МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ



В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

4 (36)
2004

В НОМЕРЕ:

***Синергетика
и ММ-волны***

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 47816 В КАТАЛОГЕ "РОСПЕЧАТЬ": ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ

МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ



Выходит с 1992 года

Научно-практический журнал

Содержание **№ 4 (36)** **2004**

СТАТЬИ

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Учредитель: ЗАО «МТА-КВЧ»
Моховая ул., д.11, корп.7, Москва, К-9, ГСП-9, 103907
ИРЭ РАН для ЗАО «МТА-КВЧ»
Тел.: (095) 203-47-89
Факс: (095) 203-84-14
E-mail: ehf@cplire.ru

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации.
Свидетельство о регистрации № 0110708 от 27 мая 1993 г.
Лицензия на издательскую деятельность № 001995, серия ИД № 01887, код 221 от 30.05.2000 года.

Сообщаем читателям журнала

В издательстве «Радиотехника» вышла в свет книга

«Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы»

Авторы: А.Х. Тамбиев, Н.Н. Кирикова, О.В. Бецкий, Ю.В. Гуляев

В этой книге обобщены имеющиеся на настоящий момент данные по действию электромагнитных волн миллиметрового диапазона низкой интенсивности (КВЧ-излучения) на фотосинтезирующие организмы – цианобактерии, микро- и макроводоросли, высшие растения; описаны временные, частотные, мощностные закономерности действия КВЧ-излучения на прокариотные и эукариотные фотосинтезирующие организмы, а также физиологические эффекты, возникающие при взаимодействии КВЧ-излучения с объектами; показано выраженное стимулирующее действие облучения на рост, выход биомассы, транспорт ионов и экскрецию из клеток полезных соединений у практически важных фототрофов; представлены разработанные авторами методы быстрого контроля стимулирующего действия излучения; предложены механизмы влияния КВЧ-излучения на растительные объекты.

Книга представляет интерес для широкого круга ученых. Приведенные данные могут быть использованы в фотобиотехнологии при массовом культивировании цианобактерий и микроводорослей и получении от них ценных продуктов.

Сообщаем читателям журнала.

В издательстве «САЙНС-ПРЕСС» вышла в свет книга
«Миллиметровые волны и живые системы»

Авторы: О.В. Бецкий, В.В. Кислов, Н.Н. Лебедева.

Книга посвящена памяти
академика Николая Дмитриевича Девяткова.

В монографии обобщен почти сорокалетний опыт исследований в области применения низкоинтенсивных электромагнитных волн миллиметрового (крайне высокочастотного) диапазона в биологии и медицине. Рассмотрен широкий круг вопросов – биотропные параметры миллиметровых волн, чувствительность биологических объектов к слабым биомагнитным полям, особенности взаимодействия ММ-излучения с водой и водными растворами, а также с биологическими структурами. Подробно анализируются механизмы взаимодействия миллиметровых волн с живыми системами – биофизические, физиологические, нейрофизиологические. Основное внимание уделяется применению миллиметровых волн в медицине, сельском хозяйстве, биотехнологии, а также разработке терапевтической аппаратуры и оригинальных устройств для коррекции с помощью низкоинтенсивных ММ-волн изменений биоэлектрической активности мозга человека, вызванных электромагнитным полем мобильного телефона.

Синергетика и электромагнитные поля



Бецкий О.В.*, Лебедева Н.Н.**

**Институт радиотехники и электроники РАН,*
***Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН*

В работе предпринята попытка анализа некоторых эффектов воздействия низкоинтенсивных электромагнитных миллиметровых волн на различные биологические структуры с позиций теории открытых неравновесных систем, или синергетики. Эффективность этого подхода продемонстрирована на примерах из области миллиметровой электромагнитобиологии.

Введение

В настоящей работе мы попытаемся подойти к проблеме слабых сигналов в миллиметровой электромагнитобиологии с позиций новой быстро развивающейся области знаний - *синергетики* [1-6]. Существует много определений этой науки. Применительно к цели настоящей работы вполне приемлемым является следующее определение: «*синергетика – это наука о самоорганизации физических, биологических и социальных систем, наука о коллективном когерентном поведении систем различной природы*» [3]; очень привлекательными являются также следующие определения [6]: теория динамических систем, теория самоорганизации развивающихся систем. Примерно сорок лет тому назад стало ясно, что классическая термодинамика не в состоянии объяснить ряд противоречий, накопившихся к тому времени в естественных научных дисциплинах, а также новые экспериментальные факты. Своим происхождением синергетика обязана потребностью перехода от классической термодинамики к термодинамике открытых систем, находящихся вдали от равновесия. Такая проблема возникла при необходимости более строгого анализа поведения многих физических и биологических систем. Заметим, что живые структуры относятся именно к таким открытым системам, которые находятся вдали от равновесия.

Чтобы сохранить строгость в дальнейших рассуждениях, напомним несколько определений из *термодинамики* (сама наука «термодинамика» изучает закономерности превращения различных видов энергии):

- *равновесие (термодинамическое)* – это состояние, в которое переходит любая физическая система, находящаяся в неизменных внешних условиях и предоставленная самой себе; в этом состоянии все физические величины, характеризующие свойства системы и её отдельных частей, остаются постоянными;

- *открытыми* называются системы, которые обмениваются с окружающей средой и веществом и энергией; в изолированных системах нет обмена системы с окружающей средой ни веществом, ни энергией; в *закрытых* системах есть обмен системы только энергией, но нет обмена веществом;

- *диссипативные структуры* – это новые пространственные или временные структуры, которые могут возникать в открытых системах вдали от

равновесия под действием слабых флуктуаций (это новые динамические состояния материи, отражающие взаимосвязи системы с окружающей средой). Диссипативные структуры являются результатом развития собственных, внутренних неустойчивостей в системе (самоорганизация);

- *энтропия системы* – это мера молекулярного хаоса, мера неупорядоченности системы; в равновесной системе энтропия всегда максимальна и её прирост равен нулю.

Процессы самоорганизации включают обмен энергией и массой с окружающей средой. Искусственно создаваемое «текущее равновесие» и неизбежные частичные потери энергии на её рассеяние в тепло (диссипацию) поддерживаются извне. Поясним приведенный выше материал дополнительными соображениями, максимально приближенными к соответствующим текстам брошюры [2] и учебного пособия [3].

Мир, который нас окружает, является сложным, где всё взаимосвязано, это мир неустойчивостей, нелинейности и обратных связей, эволюции и хаоса и сложнейших структур, диссипации и самоорганизации. Иными словами, этот мир далёк от равновесия. Равновесная система однозначно реагирует на не очень сильное возмущение, возвращаясь в исходное равновесное состояние. Частицы, образующие равновесную систему, взаимодействуют друг с другом на близких расстояниях и ничего не «знают» о частицах, расположенных достаточно далеко. Анализ такой системы проводится как изолированной, замкнутой системы; термодинамически равновесное состояние такой системы соответствует состоянию максимального хаоса.

Вдали от равновесного состояния система может стать неустойчивой, и тогда возврат к начальному состоянию необязателен, и в некоторой точке, называемой точкой бифуркации (разветвления), поведение системы становится неоднозначным. В таком случае ничтожно малые внешние воздействия на систему могут привести к значительным последствиям. Мы имеем дело с открытыми системами, находящимися вдали от равновесия.

В таких системах возникают эффекты согласования, кооперативного взаимодействия, частицы системы взаимодействуют между собой не только на близких расстояниях, как в случае равновесных систем, но и устанавливают связь друг с другом на макроскопических расстояниях (дальнодействующие корреляции). Такое кооперативное согласованное поведение характерно для самых разнообразных систем (молекул, клеток, нейронов, отдельных особей и т.д.). В результате кооперативного согласованного взаимодействия в системе происходят процессы упорядочения, возникновения из хаоса определённых сложных структур (имеет место эволюция, самоорганизация системы), причём частицы, действующие согласованно, обнаруживаю свойства, не присущие отдельной частице. Такие процессы характеризуются нелинейностью, наличием обратных связей, а также возможностью каких-либо управляющих воздействий на систему. В биологических системах такая самоорганизация нашла выражение в законах биологической эволюции (см., например, в [2] объяснение морфогенеза с позиций синергетики).

Необходимо обратить внимание на очевидные противоречия, которые возникли в естествознании. С одной стороны, в соответствии с классической термодинамикой всякая изолированная и замкнутая система в присутствии слабых воздействий, флуктуаций должна стремиться (в соответствии со вторым законом термодинамики) к равновесию. С другой стороны, происходит развитие, усложнение, органи-

зация новых структур из хаоса, самоорганизация материи под воздействием слабых возмущающих факторов (например, для живых организмов это нашло выражение в законах биологической эволюции).

Второе противоречие является в некотором смысле чисто формальным, математическим и связано с обратимостью во времени исходных уравнений в классической и квантовой механике и реальной необратимостью мира в нашем повседневном опыте (например, с необратимостью биологической эволюции).

Ответить на все эти вопросы смогла новая область научных исследований, которая была названа *синергетикой* (от греческого «синергетикос» - совместный, согласованно действующий) или теорией открытых систем, или теорией диссипации и др. Самоорганизация носит коллективный (кооперативный характер).

Окружающий нас мир является существенно неравновесным. Неравновесными являются процессы в космическом пространстве, в земной атмосфере, на самой Земле. Флюктуирующая солнечная активность является основным источником неравновесности на Земле, выступает своеобразным спусковым крючком для развития неустойчивостей в атмосфере, океанах, в мантии Земли. Помимо солнечной активности, источником отклонений от равновесности на нашей планете являются также электромагнитные излучения техногенного происхождения. Не только окружающий нас мир, но и мы сами являемся системами, далёкими от равновесия.

В отличие от организации упорядоченной структуры, обусловленной сильными внешними воздействиями (*внешняя организация*), диссипативные структуры являются результатом развития собственных внутренних неустойчивостей под воздействием слабых внешних воздействий (*самоорганизация)*.

Процессы диссипации энергии являются необходимым элементом самоорганизации, поэтому возникающие структуры получили название диссипативных.

Весомый вклад в развитие термодинамики открытых, неравновесных систем внесла большая группа учёных (Л.Берталанфи, Л.Онзагер, Де Донде, Л.Мандельштам и др.) и особенно нобелевский лауреат И. Пригожин и его ученики [4,5] .

Современная термодинамика открытых систем рассматривает существенно неравновесные процессы, поэтому в таких системах энтропия всегда возрастает за счёт процессов, происходящих внутри системы. Энтропия возрастает в системе при протекании любых неравновесных процессов. Прирост энтропии в открытой системе в единицу времени и в единице объёма носит название функции диссипации, а системы, в которых функция энтропии отлична от нуля, называются диссипативными. В земных условиях все системы из-за неизбежных сил сопротивления оказываются диссипативными.

В открытых системах может происходить отток энтропии наружу (при взаимодействии с другой системой) и отток энтропии может превысить её прирост в самой системе за счёт каких-либо внутренних неравновесных процессов. В таких случаях и может появиться неустойчивость (предшествующего неупорядоченного однородного состояния). Возникают и возрастают до макроскопического уровня крупномасштабные флуктуации: при этом могут создаваться упорядоченные структуры (самоорганизация) из хаоса, неупорядоченности. В таких системах с менее вероятным состоянием энтропия **убывает**(!). Возникновение и эволюция всё усложняющихся диссипативных структур сопровождаются уменьшени-

ем энтропии. Таким образом, процессы самоорганизации включают обмен энергией и массой с окружающей средой, что позволяет поддерживать состояние текущего равновесия, когда потери на диссипацию компенсируются извне.

В отличие от физики неравновесных замкнутых систем, где рассматриваются процессы релаксации, приближения к равновесию с максимальной энтропией, в физике открытых неравновесных систем анализируются процессы создания и эволюции самоорганизирующихся упорядоченных систем с менее вероятным состоянием и минимальной энтропией.

На рис.1 представлены в обобщённом виде основные свойства равновесных и открытых неравновесных систем.

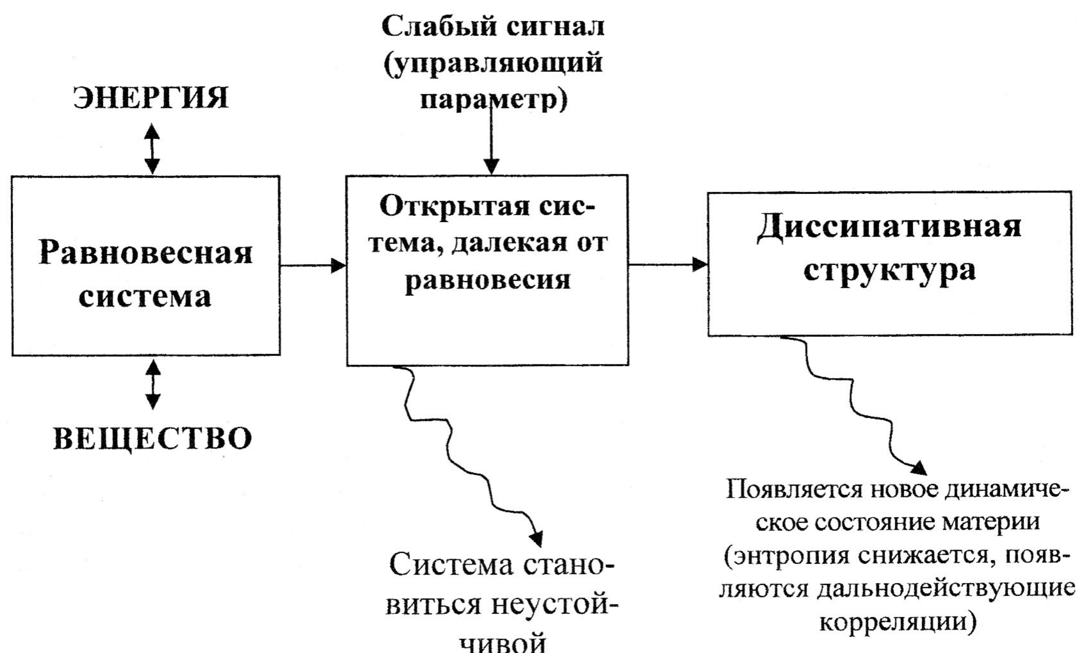


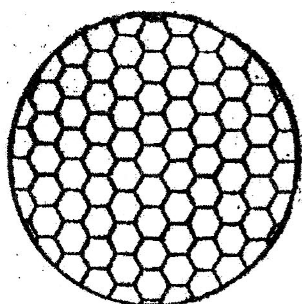
Рис. 1. Переход равновесной термодинамической системы к системе, далекой от равновесия в результате обмена с внешней средой, веществом и энергией.

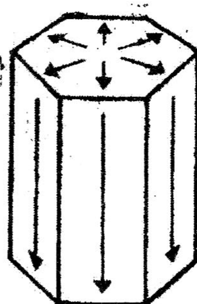
Примеры классических диссипативных структур

Продемонстрируем процесс самоорганизации, возникновение упорядоченной пространственной структуры из хаотической фазы системы, на классическом примере конвективных ячеек Бенара [2-5]. Предварительно заметим, что в открытых системах, меняя поток вещества и энергии извне, можно эволюцию системы направлять к состояниям, очень далёким от равновесия, когда система оказывается очень чувствительной к различным внешним, слабым внешним воздействиям, в том числе к малым последующим изменениям этого потока вещества или энергии. После образования диссипативных структур последние могут сохранять устойчивость и приобретенную новую структуру в некоторых

пределах дальнейшего изменения потока вещества или энергии.

Если в плоскую широкую чашу налить небольшое количество какой-либо вязкой жидкости (например, ртуть, растительное или силиконовое масло и др.) так, чтобы образовался тонкий слой жидкости, и подогревать чашу равномерно снизу, то при некотором (критическом) градиенте температуры можно наблюдать следующую картину. Первоначально однородный слой жидкости распадается на одинаковые вертикальные шестигранные призмы с определённым соотношением между стороной и высотой (ячейки Бенара), напоминающие пчелиные соты. В пределах каждой призмы в центральной её части жидкость поднимается, а вблизи вертикальных граней – опускается (см. рис. 2).





а б

Рис.2. Ячейки Бенара: а) общий вид структуры; б) отдельная ячейка [2].

Причина возникновения ячеек Бенара обусловлена неустойчивостью крупномасштабного конвективного движения жидкости, которое можно объяснить следующим образом. На начальном этапе нагрева жидкости тепло объёму жидкости передаётся за счёт теплопроводности, то есть за счёт молекулярной передачи энергии хаотически движущимися молекулами жидкости (диффузии молекул). При дальнейшем повышении температуры нижнего слоя жидкости объём жидкости приходит в движение: нагретые области жидкости расширяются и начинают всплывать вверх, затем после передачи энергии более холодным слоям жидкости они опускаются опять на дно – возникает конвективное движение. Теперь тепло передаётся более эффективным способом – за счёт появления конвективного потока, при этом увеличивается пропускная способность слоя жидкости, передающего тепло. Вначале возникают мелкомасштабные флуктуации в движении частиц жидкости, которые гаснут вследствие вязкости жидкости. Когда при дальнейшем незначительном повышении температуры подогрева и переходе градиента температуры через критическое значение и преодолевается сила трения вязкой жидкости, возникают крупномасштабные флуктуации - происходит упорядоченное движение частиц жидкости и формирование плотно «упакованных» ячеек, которые обеспечивают максимальную скорость передачи тепловой энергии. Это состояние системы является неустойчивым. Весь

слой жидкости вовлекается в вихревое движение, а направление движения жидкости в соседних ячейках имеет противоположный характер: в направлении выделенной прямой линии движение по часовой стрелке меняется на противоположное и наоборот, то есть возникают корреляции между удалёнными частями системы. Эти корреляции имеют дальнодействующий характер (порядка сантиметра и больше), тогда как действие межмолекулярных сил распространяются на расстояние порядка одного ангстрема (1Å=10^{-8}см). В этом, кстати, состоит разница между равновесным и неравновесным состояниями.

Что касается собственно шестигранного очертания ячеек, то, как показывают детальные расчёты, именно такая форма «упаковочных» ячеек является оптимальной (вспомним шестиугольные, гексагональные кольца молекул льдоподобной фракции жидкой воды, а также шестигранную форму пчелиных сот, обеспечивающих их оптимальную теплозащиту).

Если после образования ячеек Бенара продолжать увеличивать градиент температуры, то при некотором новом, втором его критическом значении диссипативная структура (ячейки Бенара) разрушается и система переходит в новое, турбулентное состояние: жидкость постепенно начинает закипать.

В качестве следующего примера образования диссипативной структуры можно привести временные структуры, возникающие в химических реакциях, – из области концентрационных колебаний, а именно колебательную реакцию Белоусова–Жаботинского [7]. Это окислительно-восстановительная реакция для ионов церия Cr. Причиной возникновения колебаний является наличие обратных связей между отдельными стадиями реакции – положительных (продукт реакции ускоряет ее) и отрицательных (когда в ходе реакции вырабатывается ингибитор ее начальных стадий). В этой реакции мы имеем дело с колебанием концентрации ионов церия, которое сопровождается периодическим изменением цвета раствора. Реакция проходит в растворе серной кислоты, малоновой кислоты, сульфата церия и бромида калия. В первой стадии реакции трехвалентный церий Cr^{3+} (розовый цвет) окисляется кислотой $HBRO_3$, что приводит к избытку ионов Cr^{4+} (голубой цвет). Во второй стадии реакции четырехвалентный церий восстанавливается малоновой кислотой до трехвалентного церия, и всё повторяется сначала. Период колебаний зависит от концентраций компонентов раствора и обычно меняется в пределах от 2 до 100 секунд.

В литературе описано большое количество химических волновых явлений. Для наблюдения их необходимо, чтобы химические реагенты постоянно подводились к реактору, а продукты реакции – удалялись.

Вообще химические реакции типа Белоусова–Жаботинского входят в сравнительно новый класс явлений, которые называются автоволновыми процессами. Эти процессы сопровождаются волнами, которые распространяются в активных средах, то есть в средах с распределённой запасённой энергией. В качестве примеров активных сред можно привести головной мозг, спинной мозг, сердечную мышцу, стенки кишечника и т.д. В биологических активных средах при появлении автоволновых колебаний в каждой точке периодически воспроизводятся сигнал, сохраняются амплитуда и форма волны, но не сохраняется энергия среды. Её надо постоянно воспроизводить, и это происходит в результате различных биохимических реакций. В качестве классического, универсального примера, где автоволновые про-

цессы определяют, в основном, развитие организма и его эволюцию, можно назвать морфогенез. Возникновение тканей и органов, создание сложной структуры организма в процессе его эмбрионального развития является, с точки зрения теории открытых неравновесных систем, непрерывной цепочкой возникновения и сменой самоорганизующихся систем, которые сопровождаются делением и дифференциацией клеток и их совокупностей. Согласованность и синхронизация деления клеток связаны с биохимическими процессами, в которых роль электромагнитных полей может быть существенна. Можно предположить, что возникновение организмов и их функционирование невозможны без образования диссипативных структур, автоволновых процессов. Морфогенез – это последовательность кинетических фазовых переходов, сохраняющих в себе память о предшествующей биологической эволюции.

Самоорганизация может возникнуть как на уровне микроорганизмов, так и макроорганизмов. Например, в некоторых питательных средах можно наблюдать пространственную упорядоченность расположения бактерий. Для высших организмов можно наблюдать временные самоорганизующиеся структуры, например, при наблюдении временной зависимости популяции особей при учёте хищников: когда хищников много, жертв становится меньше, тогда меньше становится и хищников; раз хищников меньше, жертв становится больше и т.д. Возникает периодическая зависимость количества жертв от количества хищников. Устойчивым оказывается колебательный процесс с вполне определённым периодом.

Низкоинтенсивные миллиметровые волны как внешние флуктуации при их воздействии на биологические структуры

Электромагнитные волны играли существенную роль в формировании и эволюции живой материи. Стоит напомнить, что жизнь на Земле возникла в волнопаде электромагнитных излучений Солнца. Жизнь на Земле прекратится, когда «погаснет» Солнце. Солнце тратит ежесекундно на электромагнитное излучение, просуммированное по всей шкале электромагнитных волн (~ $4\cdot10^{26}$ Вт!), около 4 млн. тонн своей массы!

Можно привести немало хорошо известных фактов, подтверждающих это важное положение о высокой чувствительности живой материи к электромагнитным полям:

– в частотном спектре биотоков мозга человека (электроэнцефалограммах) α–ритм соответствует резонансным частотам тропосферного резонатора Земли (8-12 Гц) [8];
– при облучении различных микроорганизмов (дрожжи, сине-зелёные водоросли и т.д.) низкоинтенсивными электромагнитными волнами в миллиметровом диапазоне длин волн имеет место «запоминание» биологическими объектами самого факта облучения. Это проявляется в сохранении в последующих поколениях микроорганизмов каких-либо биологических эффектов, которые фиксируются при первом их облучении (увеличенный синтез биологически важных веществ, синхронность деления клеток и др.) [9-11];
– повышенная чувствительность некоторых людей (метеопатов) к колебаниям солнечной активности (солнечного ветра);
– по мнению ряда учёных большое влияние на эволюцию живой материи на Земле оказало сверхслабое

фоновое (реликтовое) электромагнитное излучение космического происхождения, связанное с ранней эволюцией Вселенной; максимум этого излучения приходится на высокочастотную часть миллиметрового излучения (λ≈1мм).

– образование гигантского количества органических веществ на Земле и насыщенной кислородом атмосферы стало возможным благодаря фотосинтезу, при начальной (фотохимической) стадии которого пигмент зелёных растений хлорофилл поглощает кванты светового излучения и трансформирует световую энергию в химическую энергию органических веществ;
– восприятие внешнего мира живыми существами происходит за счёт высокой чувствительности специализированных клеток зрительного аппарата (палочек и колбочек) к электромагнитному излучению в световом диапазоне.

Все биологические объекты проявляют не только высокую чувствительность к внешним электромагнитным полям, но и сами излучают электромагнитные волны в широком диапазоне частот.

В соответствии с современной научной парадигмой электромагнитные поля являются полевой (и, возможно, основной!) формой существования материи. Поясним замечание, взятое нами в скобки. Вспомним, что материальная форма существования любых веществ, в том числе биологических, ставилась под сомнением ещё М. Планком, и, кажется, ему принадлежит следующее высказывание: «*Всё есть только колебания и их воздействие. Фактически никакой материи нет вообще. Всё и каждое образовано из колебаний*».

При исследовании эффектов взаимодействия живой матери и электромагнитных полей существенным является то обстоятельство, что значительные биологические эффекты наблюдаются при очень низких значениях мощности электромагнитных излучений, на что впервые обратил внимание А.С. Пресман [12,13]. Это утверждение получило отражение в формировании новой проблемы в области электромагнитобиологии – «парадокса сверхмалых доз». Впервые это положение было обстоятельно сформулировано в работе Е.Б. Бурлаковой) [14] и развито в книге Ю.П. Чуковой [15].

К вопросу о биофизических механизмах воздействия низкоинтенсивных иллиметровых волн на различные биологические структуры

Приведенный выше материал (первые два раздела) носит, в основном, обзорный, ознакомительно-пропагандистский характер и предназначен для ознакомления читателей журнала с новой, быстро развивающейся наукой. Эта наука – *синергетика* - носит универсальный характер в том смысле, что её подходы одинаково применимы к исследованиям, как в точных, естественных, так и гуманитарных дисциплинах. Эффективность этой «науки наук» состоит в том, что она уже в настоящее время, на начальном этапе своего развития, смогла объяснить немало экспериментальных фактов и наблюдений из самых разнообразных областей, включая социологию.

Понимание и признание основ *синергетики* позволяет по-новому взглянуть на проблему физических механизмов воздействия слабых внешних электромагнитных полей на биологические структуры. Следующий ниже материал можно рассматривать как плодотворную идею, философский постулат, новый подход к анализу ряда проблем в области воздействия слабых электромагнитных полей в миллиметровом диапазоне на различные биоло-

гические структуры. Предварительно напомним, что в *синергетике* ключевыми являются развитие в системе *неустойчивостей*, а также роль слабых флуктуаций (хаоса, «перемешивающего» слоя по терминологии работы [6]). В такой системе слабые возмущения могут приводить к глобальным изменениям в ней, и это происходит в точке на фазовой диаграмме, которая называется точкой ветвления или бифуркации.

1. Так как живые объекты являются открытыми неравновесными системами, то они должны, по определению, проявлять высокую чувствительность к слабым внешним воздействиям. Это не только утверждение. Об этом свидетельствуют результаты многочисленных экспериментов и данные использования слабых сигналов на практике - в медицине (миллиметровая терапия) или биотехнологии. Таким образом, отпадает необходимость в доказательстве когда-то дискуссионного положения о том, могут или не могут слабые сигналы оказывать существенное воздействие на биологические объекты, так как в миллиметровом диапазоне длин волн величина кванта энергии оказывается значительно меньше средней энергии теплового движения молекул, $h\nu < kT$. Сейчас можно утверждать, что вполне достаточно того, что вообще имеется некоторый слабый сигнал ($h\nu$), и не столь важно, является ли он больше или меньше величины kT, которая характеризует среднюю энергию теплового движения молекул в системе, на которую воздействует электромагнитная волна.

2. Известно, что миллиметровые волны оказывают терапевтический эффект только в случае больных организмов и их влияние на здоровые организмы ничтожно. Этот опытный факт можно объяснить с позиций синергетики следующим образом. Появление заболевания можно трактовать как появление неустойчивости в какой-либо физиологической системе организма. Развитие этой неустойчивости во времени неизбежно рано или поздно приводит к вопросу о том, в каком направлении, начиная с какого-то момента времени (точки бифуркации), будет развиваться процесс – выздоровления или гибели. Именно в этот момент воздействие на систему слабого внутреннего или внешнего фактора может оказаться решающим. В качестве внутреннего фактора могут «выступить» какие либо вещества, синтезируемые в организме защитными системами (например, иммунной) под воздействием лекарственных препаратов. К внешним факторам можно отнести, например, низкоинтенсивные миллиметровые волны. В последнем случае вопрос о направленности изменения в поведении системы решается автоматически. Так как электромагнитные поля миллиметрового диапазона играли существенную роль в эволюции живой материи и клетки «научились» говорить на языке этих волн, то воздействие электромагнитных полей действует в том же «направлении»: совершенствование системы, активация защитных функций от воздействия неблагоприятных факторов, поскольку эволюция системы направлена в сторону обеспечения жизнестойкости системы, а не в противоположном направлении. Вполне возможно, что при этом возникают какие-то диссипативные структуры, которые повышают защитные свойства организма при появлении повторных причин заболевания, но мы в настоящее время не располагаем такой информацией, и, возможно, это дело будущего.

3. Обратимся к вопросу о колебаниях плазматических мембран клетки (колебаниям Фрёлиха). Известно, что эти колебания отдельных фрагментов клетки или всей плазматической мембраны в целом в миллимет-

ровом диапазоне были теоретически предсказаны Г.Фрёлихом в начале 50-х годов прошлого столетия, когда только создавались основы синергетики. Сейчас с позиций синергетики и большой степенью уверенности можно предположить, что колебания Фрёлиха являются временными, долго живущими диссипативными структурами, которые возникли в процессе эволюции клетки и их роль сводится к обеспечению оптимального течения процессов метаболизма в клетке. В процессе жизни клети возможно угасание этих колебаний, так как диссипативные структуры могут разрушаться под действием различных внутренних и внешних факторов. И опять мы не располагаем в настоящее время никакими экспериментальными фактами.

4. Обратимся к рассмотрению стохастического резонанса.

В рамках достаточно хорошо развитой теории этого эффекта объяснение его является вполне самодостаточным, однако представляет интерес взглянуть на него с позиций универсальной науки – *синергетики*. Напомним суть стохастического резонанса. В работе [16] приводится оригинальный обзор авторов, активно работающих в этой области. Результаты этой статьи были использованы в работе [17] при анализе роли слабых сигналов в механизмах воздействия низкоинтенсивных миллиметровых полей на биологические структуры. Приведём выдержки из этой работы. «В начале 80-х годов (прошлого века) экспериментально было обнаружено, что наличие источников шума в нелинейных динамических системах может привести к принципиально новым режимам функционирования системы, которые не могут быть реализованы в отсутствие шума. Было доказано, что в нелинейных системах шум может играть «положительную» роль, вызывая увеличение степени упорядоченности движений или улучшение рабочих характеристик системы, например, «приводить к образованию более регулярных структур, увеличивать степень когерентности, вызывать рост усиления и увеличение отношение сигнал шум». Напомним, что в соответствии с общепринятой, классической точки зрения присутствие шума всегда воспринималось специалистами как отрицательный факт, шум всегда должен был приводить к ухудшению характеристик динамических систем; поэтому всегда с шумом приходилось как-то «бороться». «Эффект *стохастического резонанса* определяет группу явлений, при которых отклик нелинейной системы на слабый внешний сигнал заметно усиливается с ростом интенсивности шума в системе, причём всегда имеет место максимум (эффекта) при некотором оптимальном уровне шума»...

Многочисленные дальнейшие экспериментальные исследования, проведенные с разными физическими объектами, дают основание для принципиального вывода: *эффект стохастического резонанса представляет собой фундаментальное, ранее не известное физическое явление, которое проявляется в нелинейных динамических системах и позволяет контролировать основные параметры системы*. Необходимо отметить, что *стохастический резонанс* может наблюдаться и в нединамических или пороговых системах, что представляет особый интерес для биологических систем, которые в полной мере отвечают условиям выполнения стохастического резонанса. Эффект стохастического резонанса может быть реализован как при внешнем шуме, так и внутреннем шуме в самой исследуемой системе. Роль шумового колебания, необходимого для реализации *стохастического резонанса*, выполняет *внутренний* шум биологической системы».

Как видно, приведенный выше текст практически полностью соответ-

ствует описанию возникновения диссипативных структур и более не нуждается в комментариях.

5. О фрактальных (самоподобных) структурах в биологических системах.

Как уже упоминалось, на начальном этапе развития живого организма (морфогенезе) возникают различные диссипативные структуры, соответствующие разным органам или системам. К таким структурам, возникающим в процессе самоорганизации, и можно отнести фрактальные образования. Биологический смысл таких структур, например, дыхательной и кровеносной систем человека, состоит в организации простых и эффективных систем снабжения организма необходимыми питательными веществами. Единожды запомненная живой системой в процессе эволюции пространственная структура в дальнейшем просто тиражировалась ради экономии материальных и энергетических ресурсов.

6. О капиллярном эффекте.

Этот эффект возникает при облучении миллиметровыми волнами жидкости в цилиндрических капиллярах, помещённых в полые прямоугольные волноводы. Эффект состоит в том, что на некоторой (резонансной) частоте возникает сильное поглощение жидкостью электромагнитной волны, которое сопровождается ослаблением сцепления протекающей жидкости с внутренней стенкой капилляра. Существенным является то обстоятельство, что капиллярный эффект возникает, когда ось капилляра и вектор электрического поля волны коллинеарны (параллельны). Можно предположить, что под действием слабого нагрева жидкости электромагнитной волной первоначально турбулентное течение жидкости в капилляре становится ламинарным (новая пространственная структура), что приводит к уменьшению сил сцепления жидкости с внутренней стенкой капилляра и, одновременно, к увеличению поглощения электромагнитного поля жидкостью из-за коллинеарности оси капилляра и вектора электрического поля волны. Что касается появления резонансной частоты, то эта частота соответствует резонансной частоте цилиндрического диэлектрического резонатора, образованного той частью капилляра, которая оказалась непосредственно внутри волновода (ограниченная верхней и нижней широкими стенками прямоугольного волновода в стандартном случае, когда по волноводу распространяется волна типа H_{10} [18].

Заключение

Синергетика относится к быстро развивающимся наукам. Разработка основ этой науки относится к великим достижениям человеческой мысли прошлого века. Интуиция подсказывает, что у этой науки большое будущее и она будет в состоянии объяснить различные явления природы с единых позиций, с использованием единого математического аппарата.

Большой вклад в становление *синергетики* внесли отечественные учёные, занимавшиеся исследованиями в разных областях, которые вошли в качестве основных направлений в науку, названную немецким учёным Г. Хакеном в 1978г. *синергетикой* (подробно об этом см. в [6]). В настоящее время исследования в этой области активно развиваются, и во главе одного из таких научных направлений, связывающую синергетику с теорией информацией, стоит профессор ФИАНа Д.С.Чернавский [6].

Что касается миллиметровой электромагнитобиологии, то мы находимся на уровне освоения азов синергетики как науки, но можно выразить

уверенность в том, что и в нашей области можно в будущем ожидать интересных результатов.

 Литература

1. ***Хакен Г.*** Синергетика – М.: Мир.
2. ***Шелепин Л.А.*** Вдали от равновесия – Изд. «Знание», серия «Физика», 1987, №8, 64 с.
3. ***Дулин Г.Н.*** Введение в синергетику – С.Петербург: изд. «Проспект», 256 с.
4. ***Пригожин И.Р.*** От существующего к возникающему – М.: Наука, 1985.
5. ***Николис Г., Пригожин И.*** Познание сложного (перевод с английского) – М.: Мир, 1990, 342 с.
6. ***Чернавский Д.С.*** Синергетика и информация – М.: Наука, 2001, 244 с.
7. ***Жаботинский А.М.*** Концентрационные волны – М.: Наука, 1990.
8. ***Adey W.*** *Ross* Therapeutic Applications Nonthermal Electromagnetic Fields: Ensemble Organisation of Ceels in Tissue as a Factor in Biological Field Sensing – Boelectromagnetic Medicine (Eds. Paul J. Rosch, Marko S. Markov), Marcel Dekker, Inc, N-Y, Basel, 2003, p.1-15.
9. ***Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.*** Особенности медико-биологического применения ММ волн – М.: ИРЭ РАН, 1994, 164 с.
10. ***Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Бецкий О.В., Гуляев Ю.В.*** Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы (под редакцией академика РАН Ю.В. Гуляева и профессора А.Х. Тамбиева) – М.: Изд. дом «Радиотехника», 2003, 175 с.
11. ***Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н.*** Миллиметровые волны и живые системы – М.: Радиотехника, 2004, 278 с.
12. ***Пресман А.С.*** Электромагнитные поля и живая природа – М.: Наука, 1968, 287 с.
13. ***Пресман А.С.*** Организация биосферы и ее космические связи – М.: ГЕО-СИНТЕГ, 1997, 239 с.
14. ***Бурлакова Е.Б.*** Эффект сверхмалых доз – Вестник Российской АН, т. 64, №5, 1994, с.425-431.
15. ***Чукова Ю.П.*** Эффекты слабых воздействий – М.: изд. ООО «Компания «Алес», 2000, 427 с
16. ***Анищенко В.С., Нейман А.Б., Мосс Ф.,*** **Шиманский-Гайер Л.** Стохастический резонанс как индуцированный шумом эффект увеличения степени порядка – УФН, 1999, т. 169, №1, с. 7-47.
17. ***Бецкий О.В., Лебедева Н.Н., Котровская Т.И.*** Стохастический резонанс и проблема воздействия слабых сигналов на биологические системы – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2002, №3 (27), с. 3-11.
18. ***Бецкий О.В., Путвинский А.В.*** Биологические эффекты миллиметрового излучения низкой интенсивности – Радиоэлектроника, Изв. ВУЗов, 1986, №10, с.4-10.

Synergetics and electromagnetic fields

Betskii O.V., Lebedeva N.N.

It has been done an attempt to analyze some effects of law intensity millimeter waves to different biological structures from the position of the theory of open non-equilibrium system or synergetics. The efficiency of that point of view has been demonstrated on millimeter electromagnetobiology model.

Влияние последействия КВЧ-излучения на активность хлебопекарных дрожжей



Крыницкая А.Ю., Суханов П.П.*, Седельников Ю.Е.**, Астраханцева М.Н*, Гамаюрова В.С.**

**Казанский Государственный Технологический Университет*
***Научно-исследовательский центр Прикладной радиоэлектроники*

Проведено исследование последействия КВЧ-излучения двух разных частотных диапазонов на рост и физиологическую активность хлебопекарных дрожжей Saccharomyces cerevisiae 509. Обнаружено улучшение технологических характеристик дрожжей под действием оптимальных частот обеих исследуемых областей. Значения концентрации биомассы, подвергнутой облучению в более высокочастотной области, превышают значения, полученные при обработке ЭМИ КВЧ меньших частот.

Изучение совместного действия КВЧ-излучения и комплексона ОЭДФ показало, что вклад КВЧ-излучения в окончательный результат является решающим. Сделано предположение о разных механизмах действия этих факторов на дрожжи.

Структурно-динамический анализ дрожжей, предобработанных ЭМИ КВЧ диапазона, показал, что КВЧ-излучение оказывает влияние на динамику конформационных переходов и соотношение конформеров в составе биополимеров независимо от места их локализации в дрожжевой клетке.

Введение

Повышение эффективности производства хлебопекарных дрожжей и улучшение их качества является одной из приоритетных экономических и технологических задач пищевой промышленности. Основное внимание исследователей, занимающихся решением этой проблемы, направлено на использование методов гибридизации и селекции с целью получения новых рас дрожжей, обладающих повышенной активностью. Наряду с этим, имеют право на существование иные научно-методологические подходы, как к созданию, так и к способам интенсификации уже имеющихся технологически ценных форм микроорганизмов, основанные на применении к ним внешних стимулирующих и ингибирующих воздействий. Согласно литературным данным одним из наиболее мощных воздействий является изменение состава среды [1,2]. Варьирование соотношения органического и неорганического субстратов, изменение минерального состава питательной среды, введение дополнительных биологическиактивных веществ – все это существенно влияет на регуляцию микробного метаболизма. При этом одним из эффективных инструментов изменения ионного состава питательной среды и ее физиологической доступности являются комплексообразующие агенты. Особая ценность этих соединений заключается в их субстратной селективности, которая в значительной степени зависит от pH среды. Например, известно, что комплексон оксиэтилидендифосфоновая кислота (ОЭДФК) в слабокислых средах связывает ионы двухвалентных металлов, в особенности Ca [3]. Последние имеют высокую биологическую активность и являются регуляторами микробного метаболизма [4].

Другим регулятором метаболизма клеток является излучение миллиметрового (ММ) диапазона нетепловой интенсивности [5,6]. В литературе имеются данные о влиянии электромагнитного излучения ММ-диапазона (КВЧ) на поведение водорослей [7] и простейших животных [8]. Брюхова с соавт. также показала возможность использования КВЧ–излучения для повышения активности пивоваренных дрожжей [9-11].

В литературе также имеются данные о воздействии электромагнитных волн нетепловой интенсивности миллиметрового диапазона на рост хлебопекарных дрожжей [12]. В частности, дрожжи Saccharomyces cerevisiae 722 обрабатывали КВЧ волнами при частоте 41,749÷41,753 ГГц в течение 8-10 минут, затем культивировали на среде, используемой при производстве дрожжей. Максимальное количество дрожжевых клеток накапливалось при частоте облучения 41,75 ГГц. Смещение частоты до 41,74 или 41,77 ГГц уже не стимулировало, но и не угнетало рост дрожжевых клеток - их накопление оставалось на уровне контроля. В нашем же случае, в интервале частот 53,77-54,57 ГГц, наблюдался более сложный отклик культуры, то есть уровень накопления биомассы как снижался, так и повышался относительно контрольного образца.

Подобное изменение выходной характеристики системы в зависимости от изменения частоты изучений было также отмечено и другими исследователями [13], и получило название острорезонансного характера зависимости. Считается, что как клетки, так и отдельные структуры, имеют собственные частоты электромагнитных колебаний. Совпадение собственных частот с частотами внешнего электромагнитного излучения может приводить к стимуляции роста, в то время как в обратном случае наблюдается ингибирование как отдельных процессов жизнедеятельности, так и деятельности клетки в целом. Учитывая вышесказанное, можно предположить, что выбранный диапазон облучения (53,77÷54,57 ГГц) более близок к собственным частотам дрожжевых клеток, чем диапазон 41,74÷41,77 ГГц [12], который был исследован другими авторами.

В то же время пока не существует ни общепринятой единой трактовки воздействия КВЧ на биологические системы, ни методов оценки различных способов управления подобными системами. В связи с этим целью настоящей работы стало сравнительное исследование индивидуального и кумулятивного воздействия комплексона ОЭДФК и КВЧ–излучения на рост и физиологическую активность хлебопекарных дрожжей.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлась культура хлебопекарных дрожжей Saccharomyces cerevisiae раса 509.

В работе применялся комплексон ОЭДФ (гидрооксиэтилидендифосфоновая кислота), который является структурным аналогом пирофосфата - природного регулятора кальциевого обмена.

Облучение культуры перед ее культивированием проводилось в течение 5 минут на генераторе ЭМИ Г4-142 с выходной мощностью 100 мВт/см^2. Частота облучения варьировалась с одинаковым шагом 0,2 ГГц в пределах двух интервалов КВЧ–диапазона - от 53,77 ГГц до 54,57 ГГц и в более высокочастотной области протяженностью в 2 ГГц.

Методика культивирования дрожжей детально описана в [14]. В ходе работы были также использованы растворы комплексона в следующих концентрациях: 2 г/л; 1 г/л; 10^{-1} г/л;

10^{-2} г/л; 10^{-3} г/л. Растворы готовили путем последовательного разведения.

Концентрацию биомассы контролировали турбидиметрическим методом. Измерения биомассы проводились при длине волны 490 нм [15], при этом замеры оптической плотности делались после пересева на жидкую питательную среду до культивирования и через сутки – по окончании процесса культивирования. В работе также измерялись технологические показатели – зимазная и мальтазная активности и подъёмная сила дрожжей, причем последняя определялась ускоренным методом [16]. Для проведения анализов по истечении времени культивирования дрожжевые клетки отделяли от культуральной жидкости центрифугированием в течение 10 минут при 3000 об/мин. Продукты центрифугирования и высушенные до постоянного веса образцы дрожжей были подвергнуты структурно-динамическому анализу импульсным методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Исследование контрольных и модифицированных культур проводилось при нормальных условиях на лабораторном ЯМР-релаксометре с рабочей частотой 19 МГц и временем нечувствительности приемо-передающего тракта 7 мкс. Поведение спадов свободной индукции (ССИ) оценивалось после прохождения 90° – градусного импульса, а спадов поперечной намагниченности (СПН) – из отклика на последовательность КПМГ [17] с последующим определением релаксационных параметров с помощью ЭВМ.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлена диаграмма зависимости концентрации биомассы от частоты ЭМИ излучений в интервале от 53,77 до 54,57 ГГц.

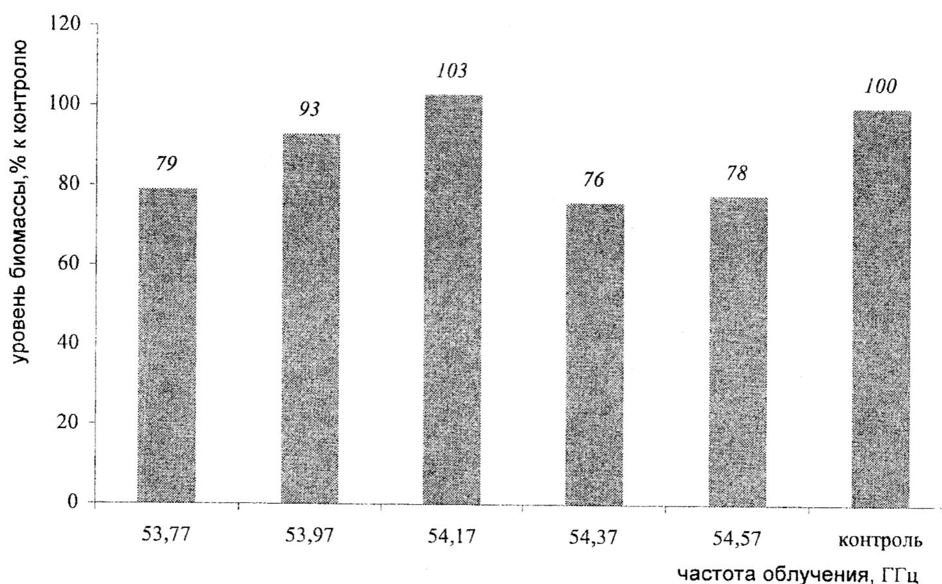


Рис. 1. Уровень биомассы в зависимости от частоты облучения в интервале частот 53,77 – 54,57 ГГц

Анализ рисунка показывает, что наибольший прирост биомассы наблюдается при частоте облучения 54,17 ГГц. Эту частоту можно назвать оптимальной. При уменьшении и увеличении частоты облучения относительно оптимальной уровень прироста биомассы значительно снижается по сравнению с контролем. При этом наименьший уровень прироста биомассы получен при действии ЭМИ с частотой 54,37 ГГц и составил 76% по отношению к контролю.

При анализе технологических показателей дрожжей, облученных частотой 54,17 ГГц, выявлено, что подъемная сила увеличилась в 1.7 раза (таблица 1). Уровень зимазной активности, зарегистрированный в опытном варианте, составил 60 минут при величине 45 минут для контрольных дрожжей. Это свидетельствует о частичном снижении активности ферментов утилизации глюкозы, однако, оба показателя лежат в пределах, допускаемых ГОСТом 171-81. Вместе с тем, практически в 1,5 раза увеличился уровень мальтазной активности.

Таблица 1

Технологические показатели дрожжей Saccharomyces cerevisiae, подвергнутых предварительному облучению

Технологические показатели	Частота 54,17 ГГц / > 55 ГГц	Контроль
Подъемная сила, мин	24,5/ 30	42
Зимазная активность, мин	60/ 54	45
Мальтазная активность, мин	100/ 120	150

Характерно, что практически те же закономерности в изменении физиологической активности дрожжей справедливы и для более высокочастотного (ранее не исследовавшегося) интервала эффективного КВЧ–диапазона, обнаруженного нами. Его преимуществом перед пятидесятигигагерцовым диапазоном, охарактеризованным с помощью рис.1 и табл.1, является существенно более высокий и устойчивый прирост биомассы в области оптимальных частот облучения (рис. 2).

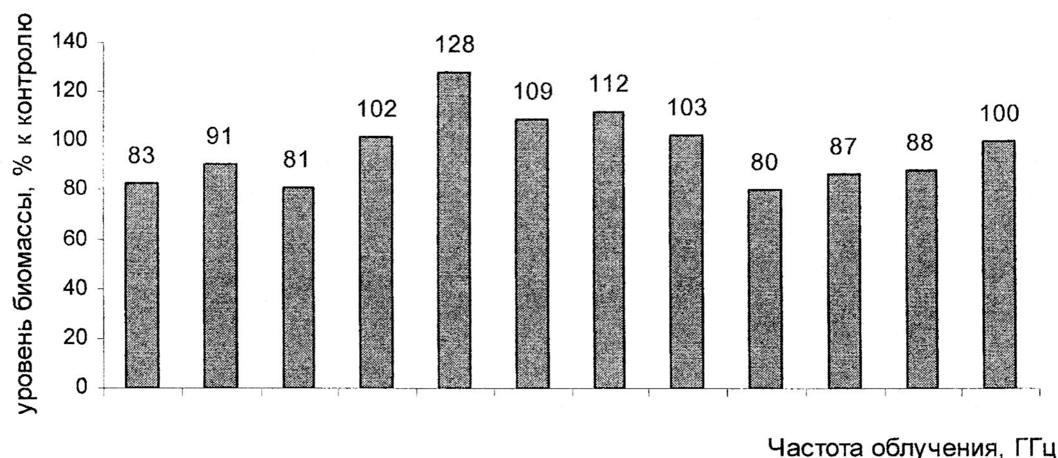


Рис. 2. Уровень биомассы в зависимости от частоты облучения в интервале частот свыше 55-57 ГГц с шагом 0,2 ГГц.

Таким образом, воздействие электромагнитного излучения крайне высокой частоты приводит к повышению технологической эффективности дрожжей. Аналогичные результаты были ранее получены нами для комплексообразующего агента, вводимого в состав питательной среды [14]. В связи с этим представляло интерес сопоставить природу и эффективность совместного действия этих факторов. Результаты проведенных исследований представлены на рис. 3.

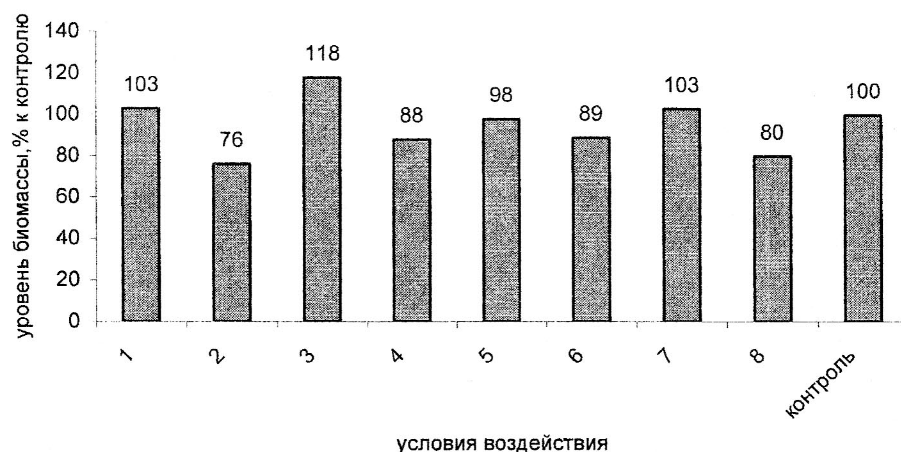


Рис. 3. Совместное влияние комплексона и ЭМИ КВЧ с диапазоном 50 ГГц: 1 - оптимальное излучение; 2 - ингибирующее излучение; 3 - оптимальная концентрация комплексона; 4 - ингибирующая концентрация комплексона; 5 - ингибирующая концентрация комплексона и ингибирующее излучение; 6 - оптимальная концентрация комплексона и ингибирующее излучение; 7 - оптимальное излучение и ингибирующая концентрация комплексона; 8 - оптимальное излучение и оптимальная концентрация комплексона.

Оказалось, что наблюдаемые закономерности не соответствуют аддитивной схеме (простому суммированию) прироста биомассы под воздействием двух независимых внешних факторов, в соответствии с которой можно было ожидать, что при совместном действии оптимальной частоты излучения и оптимальной концентрации комплексона прирост биомассы будет значительно выше уже достигнутых уровней, а в области ингибирования по обоим факторам, соответственно, должно было наблюдаться максимальное понижение уровня биомассы по отношению к контролю. В действительности ситуация оказалась намного сложнее и свидетельствует о неравноправности вкладов и конкуренции механизмов влияния внешних факторов на процессы метаболизма дрожжевых клеток. Например, совместное действие ингибирующего излучения и ингибирующей концентрации комплексона привело к формальному уменьшению прироста биомассы по сравнению с контрольным образцом (98%). Однако обращает на себя внимание тот факт, что это значение выше, чем уровни биомассы, отмеченные при ингибирующем воздействии этих факторов в отдельности, то есть происходит частичное нивелирование отрицательного влияния каждого из этих факторов при их совместном действии.

Прирост биомассы при совмещении ингибирующей частоты и оптимальной концентрации комплексона составил 89%. Это больше, чем прирост биомассы при действии ингибирующего излучения в отдельности (76%), но в то же время меньше, чем при влиянии только оптимальной концентрации комплексона (118%).

Таким образом, позитивное действие, которое оказал комплексон, подавляется ингибирующим влиянием излучения. Кроме того, действие оптимальной частоты излучения и ингибирующей концентрации комплексона привело к повышению уровня биомассы по сравнению с контролем на 3%. Следует напомнить, что при оптимальной частоте излучения был достигнут уровень биомассы 103%, а при ингибирующей концентрации комплексона 88%. Отсюда можно предположить, что вклад последействия КВЧ–излучений в окончательный результат совместного воздействия факторов различной природы на прирост биомассы дрожжей оказывается определяющим. Также становится понятно, что подобное проявление действия комплексообразующих компонентов и ЭМИ возможно только в том случае, когда механизмы их действия на дрожжевую культуру существенно различны по своей природе.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы был проведен структурно-динамический анализ микроорганизмов после их культивирования импульсным методом ядерного магнитного резонанса. ЯМР релаксометрия представляет собой один из эффективнейших методов неразрушающего контроля (мониторинга) структурно-динамического состояния молекулярной системы любой природы, содержащей магнитные ядра (в данном случае – ядра водорода (протоны). Это особенно ценно в случае анализа поведения микроорганизмов. Сопоставление относительных изменений в строении и поведении биомассы или ее отдельных компонентов помогает понять механизмы процессов, влияющих на результативность культивирования.

Основные результаты ЯМР анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры ЯМР-релаксации обезвоженной биомассы*, подвергнутой воздействию различных физико-химических факторов (ЭМИ КВЧ и химически активной добавки – комплексона)

Образцы	i	Время спин-спиновой релаксации T_{2i}, мс		Населенности P_i, % (относительное содержание протонов с $T_2 = T_{2i}$)	
		ЭМИ КВЧ	комплексон	ЭМИ КВЧ	комплексон
Контроль	1	19,6	---	70	---
	2	0,22	0,135	12	38
	3	0,020**	0,018	18	62
С максимальным приростом биомассы	1	19,5	---	43	---
	2	0,28	0,134	23	37
	3	0,024**	0,015	34	63
С максимальной потерей биомассы	1	11,6	---	77	---
	2	0,14	0,085	10	40
	3	0,018**	0,019	13	60

* - для получения анализируемых образцов свободная вода из культуральной жидкости предварительно удалялась путем центрифугирования при 3000 об/мин., после чего пастообразные образцы высушивались при 70°С в течение 10 (в случае ЭМИ КВЧ) и 20 (в системах с комплексонами) минут; контрольные образцы для различных видов воздействия также различаются по времени сушки;

** - получены путем ручного сшивания ССИ и СПН в ходе автоматизированного обсчета экспериментальных данных с помощью ЭВМ.

Облученные ЭМИ КВЧ образцы отличаются от полностью обезвоженных систем с комплексоном наличием длинного времени T_{21} (табл.2). Сопоставление релаксационных параметров двух типов образцов позволяет утверждать, что фаза T_{21} (с населенностью P_1) соответствует молекулам воды, связанным (сорбированным) на внешней поверхности клеток. Судя по значениям T_{2i} и относительному содержанию (P_i) остальных двух динамических фаз, а также учитывая природу высокомолекулярных соединений, образующих дрожжевые клетки, в ходе дальнейшего анализа будем исходить из того, что более заторможенная по молекулярной подвижности фаза (характерузуемая релаксационными параметрами T_{22} и P_2) сформирована либо гибкоцепными (макро)молекулами, либо их водными растворами или комплексами. Тогда третья фаза (T_{23}, P_3) с наиболее коротким временем спин-спиновой релаксации, характерным для жесткоцепных полимеров (в том числе - для производных целлюлозы), закономерно связана с поведением жесткоцепных (твердоподобных) высокомолекулярных соединений в составе клеточных стенок.

Тогда относительно высокое содержание подобных структур в высушенных клетках (P_3) может объясняться значительным обезвоживанием протоплазмы (T_{22}, P_2) в процессе ее центрифугирования и высокотемпературной обработки.

Из табл.2 также следует, что при любом воздействии соотношение внутриклеточных фаз (P_2 и P_3) между собой остается практически постоянным, хотя их релаксационные параметры (T_{22} и T_{23}) меняются существенно. Это свидетельствует как об устойчивости состава соответствующих структур, так и об относительной мобильности протоносодержащих соединений внутри клеточного пространства, включая стенки дрожжевых клеток. При этом времена T_{22} образцов, содержащих внеклеточную воду, в 1,5-2 раза выше аналогичных показателей для сухих дрожжей (не содержащих воды, адсорбированной на поверхности клеток (T_{21}). Подобная закономерность типична для обменных процессов ($T_{21} \leftrightarrow T_{22}$) в жидкой фазе и в данном случае вполне закономерна для систем с проницаемыми для низкомолекулярных соединений (в частности, воды) перегородками (клеточными оболочками). Отсюда можно также предположить, что рассматриваемые виды воздействия на микроорганизмы (ЭМИ КВЧ и комплексон) принципиально не нарушают функции клеточных оболочек (например, вплоть до полной потери их проницаемости), хотя и способны влиять на скорость или механизмы соответствующих процессов с участием оболочечных структур дрожжевых клеток. Например, характер воздействия ЭМИ КВЧ заметно влияет на соотношение населенностей 1 и 2 фазы (P_1 и P_2): стимулирование роста микроорганизмов сопровождается падением отношения P_1/P_2 (43/23 по сравнению с 70/12), в то время как ингибированию роста клеточной массы соответствует некоторый рост того же соотношения (77/10 по сравнению с 70/12). Поскольку условия сушки этих образцов были одинаковыми, полученный результат можно связать с динамикой обмена (константой равновесия) молекул H_2O ($P_1 \leftrightarrow P_2$), расположенных на поверхности и внутри клеточного пространства. Тогда наблюдаемые изменения P_1/P_2 можно связать со сдвигом равновесия обменного процесса ($H_2O_{внеклеточная} \leftrightarrow H_2O_{внутриклеточная}$) через клеточные оболочки. Но, поскольку, при этом соотношение P_2/P_3 остается постоянным, то данные изменения нельзя объяснить поведением только абсолютных концентраций воды внутри клеток. Поэтому остается предположить, что обратное отношение P_2/P_1 характеризует пропускную способность (пористость, проницаемость) клеточных оболочек. Это означает, что стимуляция роста биомассы под воздействием ЭМИ КВЧ обусловлена, в том числе, ростом проницаемости оболочек, а ингибирование того же процесса сопровождается падением пропускной способности соответствующих каналов. Это также подтверждается поведением времен релаксации второй и третьей фаз (T_{22} и T_{23}): их ростом в случае стимулирования и падением при ингибировании дрожжевого роста.

Характерно, что изменения в релаксационных параметрах биомассы, культивировавшейся в присутствии химически активной добавки (комплексона) не во всем коррелируют с аналогичными параметрами облученных микроорганизмов. В частности, образец сухой биомассы, полученной в присутствии оптимальной концентрации комплексона, отличается от контрольного пониженным значением времени T_{23}, в то вре-

мя как ингибирующая концентрация добавки приводит к формированию биомассы с меньшей величиной T_{22}, при сохранении значения T_{23} близким к контрольному. Отсюда можно предположить, что в случае ингибирования роста биомассы комплексоном клеточная оболочка микроорганизма практически не меняется, в то время как активность более подвижной фазы (протоплазмы) заметно падает. При оптимальных концентрациях комплексона наблюдаемые изменения в релаксационных параметрах могут объясняться более противоречивыми причинами: сохранением активности протоплазмы (T_{22}) на фоне перегруппировки клеточных оболочек в направлении их уплотнения – о чем свидетельствует падение T_{23}. Таким образом, при ингибировании под воздействием любого из рассмотренных факторов происходит падение активности большинства компонентов клеточной структуры. В то же время при стимулировании создаются благоприятные условия для повышения активности протоплазмы, в том числе за счет роста проницаемости цитоплазматической мембраны и сокращения периплазматического пространства.

Таким образом, наблюдаемые изменения времен T_{22} и T_{23} облученных образцов коррелируют между собой (меняются симбатно), что можно объяснить взаимным влиянием (взаимосвязью) поведения протоплазмы со структурными переходами в клеточных оболочках, меняющими их проницаемость и однозначно воздействующими на транспортные процессы внутри и вне клетки (между клеткой и внешней средой). В то же время влияние комплексонов на оболочки дрожжевых клеток оказывается более противоречивым. Ингибирующая концентрация комплексона никак не затрагивает клеточную оболочку как таковую, но подавляет активность протоплазмы, по-видимому, вследствие проникновения внутрь последней через оболочку. И наоборот, стимулирующая концентрация комплексона (на порядок превышающая ингибирующую) оказывает влияние на клеточную оболочку, почти не затрагивая протоплазму.

В целом данные ЯМР-релаксометрии подтверждают выдвинутое предположение о различной природе механизмов влияния ЭМИ КВЧ и комплексонов на процессы метаболизма дрожжевых клеток. В случае излучения можно предположить, что мы имеем дело с одновременным воздействием излучения на динамику конформационных переходов и соотношение конформеров в составе биополимеров независимо от места их локализации. Это закономерно приводит к перераспределению свободного объема в системе и (или) активизации одной из возможных и ранее второстепенных изомерных форм у склонных к таутомерным превращениям (переходам) реакционноспособных центров (групп) в составе клеточных структур. Химически активная добавка по своей природе не способна одновременно воздействовать на все компоненты клеточной структуры, в результате чего ее эффективность существенно зависит от концентрации и характера воздействия на внешнюю границу дрожжевой клетки (оболочку). В случае незначительных структурных перегруппировок в исходно проницаемой для комплексона клеточной оболочке атакующая ее молекула комплексона сохраняет возможность проникновения внутрь микроорганизма и воздействия на его протоплазму. В то же время, при значительном уплотнении оболочки после ее частичного разрушения комплексоном (например, в результате изъя-

тия из состава оболочки объемных ионов двухвалентных металлов – например, кальция, магния, и т.п.) вероятность преодоления перестроившегося участка клеточной оболочки резко уменьшается для того же комплексона, но не для большинства остальных участников процессов клеточного метаболизма.

Таким образом, различиями в механизмах влияния ЭМИ КВЧ и комплексонов на проницаемость клеточных оболочек можно объяснить наблюдаемые особенности роста активности и массы микроорганизмов при совместном воздействии на них факторов физической и физико-химической природы (рис.3, табл.2). Кроме того, именно сопоставление механизмов различной природы позволяет более обоснованно судить о характере влияния каждого из них (в том числе и ЭМИ КВЧ) на исследуемые системы.

 Литература

1. ***Шлегель Г.*** Общая микробиология – М.: Мир, 1987, 567 с.
2. Культивирование микроорганизмов /Под ред. Позмоговой И.Н. – Итоги науки и техники, Сер. Микробиология, т.24, 1991.
3. ***Ленинджер А.*** Основы биохимии. В 3-х томах. – М.: Мир, 1985.
4. ***Матковская Т.А., Попов К.И., Юрьева Э.А.*** Бифосфонаты: свойства, строение и применение в медицине – М.: Химия, 2001, 224 с.
5. ***Бецкий О.В., Лебедева Н.Н.*** Современные представления о механизмах воздействия низкоинтенсивных миллиметровых волн на биологические объекты – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2001, №3(24), с.5-19.
6. ***Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Голант М.Б.*** Научное обоснование возможности использования электромагнитных излучений миллиметрового диапазона малой мощности в медицине и биологии / Биологические эффекты электромагнитных полей. Вопросы их использования и нормирования – Пущино: научный центр биологических исследований АН СССР, 1986, с.75-94.
7. ***Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н.*** Общие закономерности действия КВЧ-излучения на фотосинтезирующие объекты – 10 Росс. симпозиум с международным участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии» Сб. докл., М.: 1995, с.100-102.
8. Сб. трудов симпозиума «Применение миллиметровых волн в биологии и медицине» – ЗАО «МТА-КВЧ», 2003.
9. ***Брюхова А.К., Исаева В.С., Раттель Н.Н.*** Влияние электромагнитного излучения мм диапазона (ЭМИ) на пивоваренные дрожжи / В сб. под ред. Акад. Девяткова Н.Д. – М.: ИРЭ АН СССР, 1987.
10. ***Брюхова А.К., Голант М.Б., Двадцатова Е.А., Реброва Т.Б.*** Изменение свойств культуры микроорганизмов под действием электромагнитных волн миллиметрового диапазона и лазерного излучения – Электронная промышленность, 1985, вып.1, с.6.
11. ***Реброва Т.Б.*** Влияние элекромагнитного излучения миллиметрового диапазона на жизнедеятельность микрорганизмов – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1992, №1, с.37-48.
12. А.С. 1564189. Россия. МКИ 5C12N13/00. Способ выращивания дрожжей.
13. ***Девятков Н.Д.*** Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн / Н.Д. Девятков, М.Б. Голант, О.В. Бецкий. – М.: ИРЭ РАН, 1989, 164 с.
14. ***.Астраханцева М.Н, Крыницкая А.Ю., Гамаюрова В.С., Суханов П.П.*** Особенности роста дрожжей Saccharomyces cerevisiae под действием комплексона ОЭДФ и КВЧ излучения / В сборнике докладов Всероссийской научно–технической конференции–выставки «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации» - Москва, 2004, с.291 – 295.
15. Методы общей бактериологии/ Под. ред. Ф. Герхардта– М.: Мир,1983, т.1, 536 с.
16. ***Виноградова А.А., Мелькина Г.М., Фомичева Л.А. и др.*** Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств/ Под. ред. Л.П. Ковальской – М.: Агропромиздат, 1991, 335 с.
17. ***Слюсаренко Т.П.*** Лабораторный практикум по микробиологии пищевых про-

изводств – М.:«Легкая и пищевая промышленность», 1984, 208 с.
18. ***Фаррар Т., Беккер Э.*** Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР / Перевод с англ. Под ред. Федина Э.И. – М.: Мир, 1973, 193 с.

The EHF-exposure aftereffect of the baking yeast activity

Krynitskaya A.Ju., Sukhanov P.P., Sedelnikov Ju.E., Astrahantseva M.N., Gamaurova V.S.

The two different frequency subranges aftereffect of baking yeast activity has been investigated. The improvement of the yeast technolocal characteristics under optimal frequencies subrange has been revealed. The biomass concentration values under more high-frequency exposure essentially exceeded the same meanings under law-frequency exposure.

The combined action of EHF-exposure and chemically active component demonstrated that EHF-contribution in decision-result was determinative. It was proposed the different mechanisms of these factors action.

Лазерная доплеровская флоуметрия в изучении эффектов миллиметровой волновой терапии



Букатко В.Н., Данилова С.А.

ГКБ № 50 г. Москва
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет фундаментальной медицины

В статье представлены результаты изучения микроциркуляции при остром панкреатите методом лазерной доплеровской флоуметрии. Показана микроциркуляторная реакция на однократное и курсовое ММВ-воздействие, возможность применения микроциркуляторной пробы на ММВ для изучения функционального состояния микроциркуляторного русла.

Нарушения физиологии капилляров… следует считать не второстепенным явлением…, а одним из основных нарушений у больного, какова бы ни была болезнь.
A. Salmanoff. "Secrets et sagesse du corps". Paris, 1958.

Микроциркуляция (МЦ) – это все разнообразие транспорта и взаимодействий жидкостей в организме (Куприянов В.В., 1965). Изучение обменных процессов в тканях, транскапиллярного переноса веществ и газов, функционирования капиллярно-лимфатических взаимоотношений, а также особенностей микрогемо- и микролимфообращения дает представление о различных сторонах микроциркуляции [1]. Объемно-скоростные характеристики процесса гемомикроциркуляции – важнейший источник информации о состоянии тканей, органов и организма в целом. Возможности неинвазивного изучения капиллярного кровотока расширились с внедрением метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ).

Лазерная доплеровская флоуметрия – метод изучения МЦ

Метод основан на измерении доплеровского сдвига частоты лазерного луча, отраженного движущимися в микроциркуляторном русле форменными элементами, главным образом, эритроцитами. Величина выходного сигнала отражает скорость движения эритроцитов и их концентрацию в зондируемом объеме и, таким образом, имеет двойственное значение. Увеличение показателя микроциркуляции (ПМ), отражающего перфузию ткани кровью, обнаруживают как при увеличении числа эритроцитов даже при малой скорости их движения, так и при увеличении скорости движения сниженного количества эритроцитов. Первый вариант возможен при открытии всех капилляров и переполнении тканей кровью, например, в зоне воспаления – истинное полнокровие. Второй вариант, к примеру, – при шунтирующем кровотоке на фоне анемии. При постоянной величине ПМ в течение одного измерения (минуты) можно говорить об относитель-

но постоянной концентрации форменных элементов в зоне исследования в течение того же времени, то есть о постоянстве объемной составляющей сигнала. Ритмические же колебания амплитуды выходного сигнала в этот отрезок времени соответствуют увеличению скорости движения эритроцитов и связаны с известными механизмами продвижения крови по капиллярам:

- с ритмической работой мышечного аппарата микроциркуляторного русла – диапазон низких частот (LF) до 12 колебаний в минуту;
- ритмом дыхания – диапазон высоких или дыхательных частот (RF) – 13–30 колебаний в минуту, — совпадает с частотой дыхания исследуемого больного;
- частотой сердечных сокращений – диапазон кардиочастот (CF).

В диапазоне низких частот принято выделять 3 области. Первая – 1-4 колебания в минуту – отражает нейрогенные влияния на микроциркуляцию. Вторая – 4-8 колебаний в минуту (β-частоты), она формируется в результате работы прекапиллярных сфинктеров. Третья область – 8-12 колебаний в минуту (γ-частоты), связана с ритмической деятельностью мышечного аппарата шунтирующих сосудов [2].

Некоторые ритмические амплитудные колебания заметны уже на кривой записи сигнала – ЛДФ-грамме, например, кардиоколебания. Однако, в основном, ЛДФ-грамма малоинформативна и только в результате ее математической обработки с применением спектрального разложения на основе цифровой фильтрации – на ЛДФ-гистограмме (ЛДФ ГГ) – амплитудные ритмы удается зафиксировать в виде амплитудных пиков или волн [3,4].

Спектральный анализ (гистограммы на рис. 1) позволяет выявить достаточность или недостаток собственных микрососудистых, так называемых, «активных» механизмов гемомикроциркуляции – это анализ амплитуд колебаний в диапазоне медленных частот (LF) и его поддиапазонах (α, β, γ). При их недостаточности он позволяет определить компенсаторный механизм (кардиальный или респираторный), зафиксировать декомпенсацию – стойкое снижение перфузии ткани кровью сначала на фоне компенсаторных гемодинамических механизмов, а затем и при исчезновении всяких ритмических колебаний кровотока. Представленная схема, по сути, описывает степени микроциркуляторной недостаточности (НМЦ).

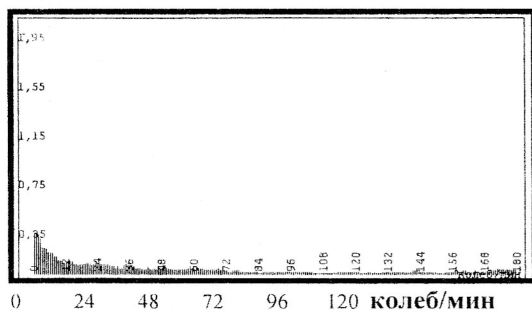
На основе анализа более 2 тысяч ЛДФ-грамм и ЛДФ-гистограмм здоровых добровольцев и больных острым деструктивным панкреатитом разной степени тяжести (вплоть до критического и терминального состояний) рассчитали нормальные абсолютные и стандартизованные показатели и выявили 3 варианта ЛДФ ГГ и соответствующие им 4 степени НМЦ (Брискин Б.С., Букатко В.Н., Никитин А.Н. 2000) [5].

1 степень НМЦ характеризуется снижением активных механизмов микроциркуляции – снижение амплитуды волн в диапазоне медленных частот (LF-диапазон, особенно, α- и β-волны на ЛДФ ГГ) и появление высокой С-волны, что говорит о нарастании объемной скорости кровотока в капиллярах при систолическом повышении давления, то есть о включении 1 компенсаторного механизма – 1 вариант ЛДФ ГГ (рис. 1. б). При этом показатель микроциркуляции соответствует средним значениям или умеренно отклоняется от них.

При **2 степени НМЦ** кардиальный компенсаторный механизм не работает по разным причинам (выключение центрального или периферического звена вегетативной регуляции тонуса и моторной функции резистивных сосудов, реологичесие сдвиги и др.). Продвижение крови по капиллярам осуществляется за счет второго компенсаторного меха-

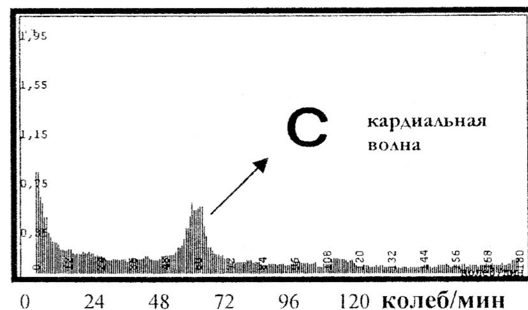
низма (присасывание крови в крупные вены на вдохе). На ЛДФ ГГ появляется высокоамплитудная R-волна, соответствующая частоте дыхания, — 2 вариант нарушения ЛДФ ГГ (рис. 1 в). При этом показатель микроциркуляции в пределах средних величин может быть повышен, иногда за счет шунтирующего кровотока (γ-диапазон).

Перфузия, п.е



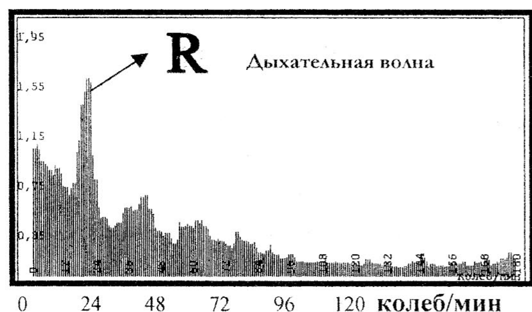
а

Перфузия, п.е



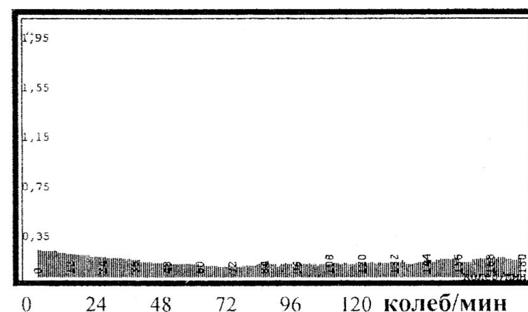
б

Перфузия, п.е



в

Перфузия, п.е



г

п.е. – перфузионные единицы

Рис.1. Варианты ЛДФ ГГ (зона Чжан-Мэнь):
- а) — здорового человека (ЧД - 14 в мин., ЧСС - 72 в мин.);
- б) — 1 вариант нарушения (ЧД - 16 в мин., ЧСС - 60 в мин);
- в) — 2 вариант нарушения (ЧД - 20 в мин., ЧСС - 108 в мин.)
- г) — 3 вариант нарушения (ЧД - 16 в мин., ЧСС - 88 в мин.)

При **3 степени НМЦ** появляются признаки декомпенсации — показатель микроциркуляции стойко снижается, при этом закономерности гемомикроциркуляции сохраняются те же, что и при 2 степени — 2 вариант нарушения ЛДФ ГГ (рис.1 в).

4 степень характеризуется кратковременными (несколько минут) эпизодами отсутствия ЛДФ признаков микроциркуляции — показатель микроциркуляции многократно снижен, отсутствуют все ритмические колебания капиллярного кровотока — 3 вариант ЛДФ ГГ (рис.1 г).

Каждую из степеней нарушения МЦ документировали данными протокола ЛДФ-исследования, полученными с применением соответствующей компьютерной программы. Оценивали:

- ПМ – показатель микроциркуляции – важнейший интегральный показатель, характеризующий степень перфузии ткани кровью;
- A_{maxCF}/A_{maxLF} – соотношение амплитуды кардиальных и низких частот при амплитудно-частотном анализе ЛДФ-граммы. Повышение показателя свидетельствует о включении кардиального компенсаторного механизма в продвижение крови по капиллярам. На ЛДФ ГГ этот процесс выражается в появлении высокоамплитудной С-волны (ЛДФ ГГ на 45 мин., рис.1 а);
- A_{maxHF}/A_{maxLF} – соотношение амплитуды дыхательных и низких частот при амплитудно-частотном анализе. Повышение показателя свидетельствует о включении дыхательного компенсаторного механизма гемомикроциркуляции. На ЛДФ ГГ при этом появляется высокоамплитудная R-волна (исходные ЛДФ ГГ на рис 1 а и 1 б);
- ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции – это отношение амплитуды низких частот, которые имеют истинно микроциркуляторное происхождение, к сумме амплитуд респираторных и кардиальных частот. Снижение показателя свидетельствует о снижении «активных» механизмов микроциркуляции, при этом на ЛДФ ГГ отмечали снижение амплитуды колебаний ПМ в диапазоне медленных частот (0-12 кол/мин);
- $A_{max}\times100\%/M$ – стандартизованный показатель амплитуды колебаний для всех диапазонов частот.

Методика ЛДФ при остром панкреатите (ОП)

С учетом необходимости интерполировать показатели МЦ в малом объеме ткани на состояние МЦ органа или организма в целом большое значение приобретает зона исследования.

Совместно с кафедрой хирургических болезней МГМСУ нами разработан способ применения ЛДФ для диагностики и оценки течения острого деструктивного панкреатита – ОДП - (патент РФ №2173951, 27.09.01) [6]. Учитывая анатомическое расположение поджелудочной железы, а также значение системных реакций в патогенезе заболевания, МЦ изучали в биологически активных точках. Запись доплерограмм проводили с помощью аппарата ЛАКК-01 (НПП «Лазма», Россия) в течение 3 минут в положении больного лежа на спине в точках Чжан-Мэнь (свободный конец 11 ребра) — сигнальные точки меридиана поджелудочной железы, и в точке Хе-Гу (на лучевой поверхности 2 пястной кости в месте перехода диафиза в проксимальный эпифиз). В акупунктурной диагностике точка Хе-Гу в последнее время используется для регистрации общих реакций организма. Обработку ЛДФ-грамм произвели с использованием программы LDF 1.18.

Исследование, проведенное у 226 больных ОДП, показало сопоставимость данных, полученных в правой и левой точках Чжан-Мэнь, с характером процесса (воспаление, деструкция, фиброз) и его локализацией в поджелудочной железе, установленным посредством компьютерной томографии, ультразвукового исследования и диагностической лапароскопии. Результаты же ЛДФ-исследования в точке Хе-Гу коррелировали с общими проявлениями заболевания (тяжесть состояния, характер общей неспецифической адаптационной реакции, выраженность эндотоксикоза) [7].

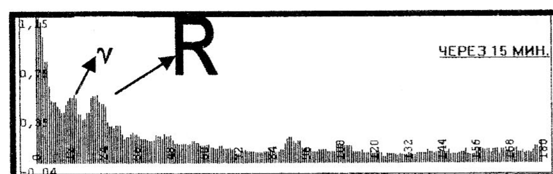
Описанные методика ЛДФ и схема интерпретации результатов применены у 209 больных ОДП: а) для оценки однократного лечебного воздействия и б) для оценки результатов комплексного лечения с применением ММВ.

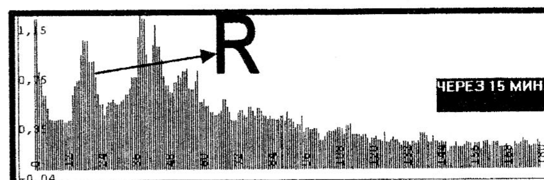
Микроциркуляторная проба на ММВ

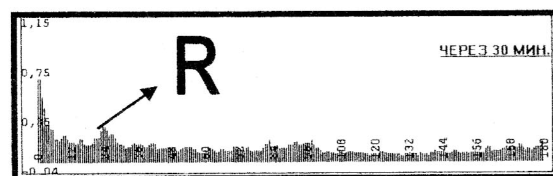
Для проведения МЦ-пробы на ММВ, а также для оценки всякого однократного лечебного воздействия при ОП проводили запись ЛДФ-граммы в точке Чжан-Мэнь в течение 3 минут. Затем начинали лечебное воздействие (процедура ММВ или лазерное воздействие, инфузия изотонического раствора, гемодеза, реополиглюкина, раствора «Ацесоль», свежезамороженной плазмы). Каждые 15 минут в течение 1 часа производили контрольную 3-минутную запись допплерограммы. Уменьшение степени НМЦ на 30-45 минуте исследования расценивали как положительную реакцию на воздействие [8]. Примеры возможных реакций на проводимую терапию представлены на рисунках 2 а, 2 б и 3.

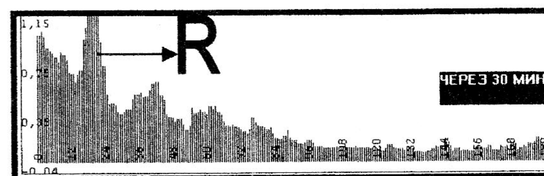


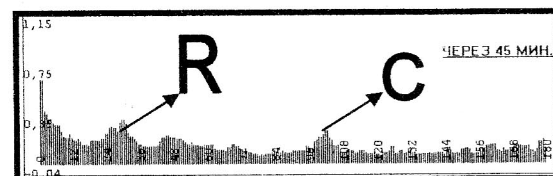


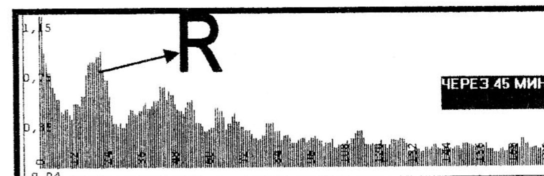


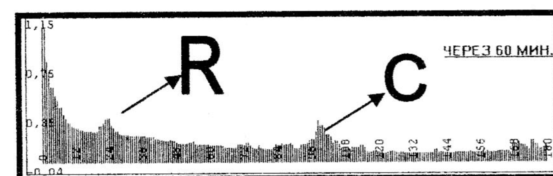


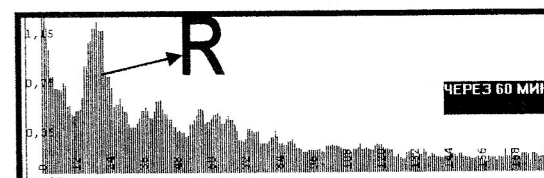












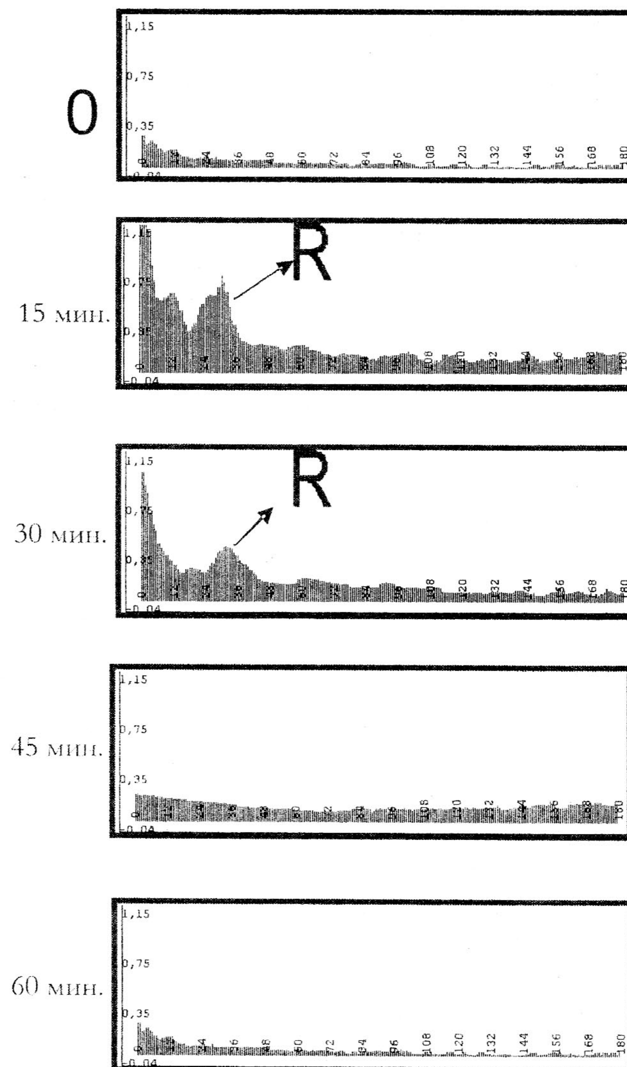
а б

R – дыхательная волна, С – кардиальная волна

Рис.2 Микроциркуляторная реакция на лечебное воздействие (ЛДФ ГГ):

а) положительная реакция на инфузию гемодеза;

б) отсутствие реакции на инфузию реополиглюкина



R – дыхательная волна

Рис.3. Отрицательная микроциркуляторная реакция (ЛДФ ГГ) на пробную процедуру магнитолазерной терапии.

На рис 2а представлен пример положительной микроциркуляторной реакции на переливание гемодеза (400,0 мл со скоростью 90 капель в минуту) больной М., диагноз: ОДП, стадия эндогенной интоксикации, степень тяжести 12 баллов по SAPS. На последовательных ЛДФ ГГ видно, что уже через 15 мин после начала инфузии отмечается снижение амплитуды R-волны с 1,14 п.е. до 0,55 п.е., к 30-45 минуте ее уровень достигает нормальных величин (0,35-0,4 п.е.) при этом к 45-й минуте появляется выраженная С-волна (0,35 п.е., норма = 0,1-0,12 п.е.). При этом ПМ снизился с 3,7 п.е до 2,5 п.е (норма 1,8-2,0 п.е.), что, возможно связано с уменьшением выраженности шунтирующего кровотока (исчезновение γ-волны на ЛДФ ГГ). Таким образом, имеет место смена

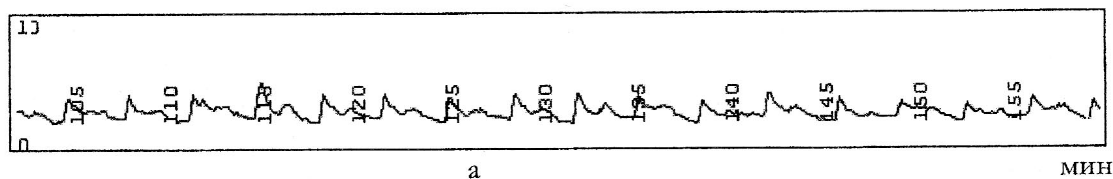
НМЦ 2 степени на НМЦ 1 степени, что мы расценили как положительную реакцию на переливание гемодеза. Отсутствие положительной реакции на инфузионную терапию при состоянии шока может указывать на его необратимость [9], таким образом, выявленная реакция имеет значение не только для коррекции интенсивной терапии, но и для прогнозирования успешности лечебных мероприятий.

Пример отсутствия положительной реакции на инфузионную терапию представлен на рис.2б. Больная М., диагноз: ОДП, 7-й день заболевания, стадия эндогенной интоксикации, тяжесть состояния по SAPS 14 баллов, обсуждается вопрос сроков перевода из отделения реанимации в хирургическое отделение. Проведенное исследование микроциркуляции на фоне переливания реополиглюкина не выявило положительной реакции. В течение часа регистрировали повышенные, хаотически меняющиеся значения ПМ (от 3,5 до 6,5 п.е. при норме для исследуемой зоны — 1,8-2,0 п.е.). При амплитудно-частотном анализе динамики в механизмах гемомикроциркуляции не выявили — в течение всего исследования НМЦ соответствовала критериям 2 степени. Сделан вывод о низкой эффективности проводимой терапии. Дальнейшее наблюдение подтвердило сделанный вывод. Несмотря на адекватное оперативное пособие, применение всех методов детоксикационной терапии, антисекреторных средств и ингибиторов протеаз, снижение проявлений системной воспалительной реакции и стабилизация состояния были достигнуты к лишь к 14-м суткам, после чего больная была переведена для дальнейшего лечения из отделения реанимации в хирургическое отделение.

Выраженная отрицательная реакция на пробную процедуру магнитолазерной терапии представлена на рис.2. Последовательные ЛДФ ГГ после сеанса (аппарат «Млада», воздействие в течение 15 минут на проекцию бедренных вен двумя излучателями с суммарной мощностью 15 мВт) к 15-й минуте выявили рост ПМ за счет резкого повышения вклада не только «пассивных» (R-волна), но и «активных» механизмов гемомикроциркуляции: повысилась амплитуда колебаний в диапазоне медленных частот, вырос ИЭМ (с 0,68 до 2,1 при нормальных для зоны исследования значениях 1,7-1,8). Однако к 45-й минуте наблюдения в зоне исследования зафиксировали резкое ухудшение микроциркуляции, вплоть до развития НМЦ 4 степени с падением ПМ до 0,1 п.е. (норма 1,8-2,0 п.е.) и отсутствием всех ритмических колебаний капиллярного кровотока. Был сделан вывод об отрицательной реакции на процедуру, намеченное лечение перенесли на более поздние сроки.

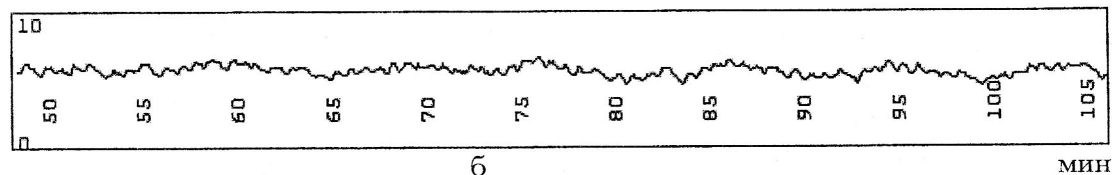
В отдельных случаях реакция на процедуру прослеживается уже на ЛДФ-грамме — заметна смена дыхательных волн на кардиальные (рис. 4а и 4б) или увеличение амплитуды дыхательных волн (рис. 4в и 4г).

ПМ (п.е.)



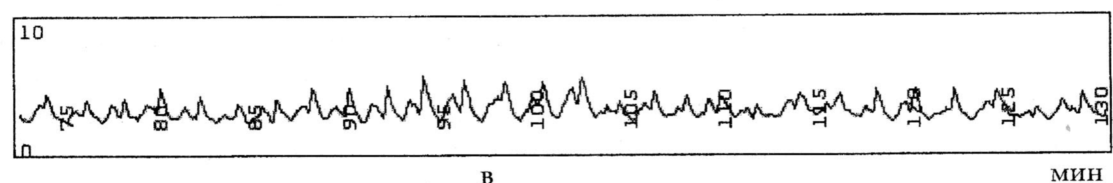
а — мин

ПМ (п.е.)



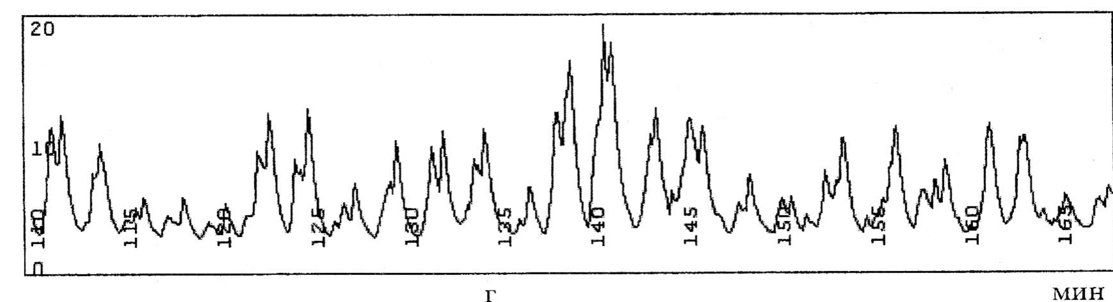
б — мин

ПМ (п.е.)



в — мин

ПМ (п.е.)



г — мин

Рис. 4. ДФ-граммы больного Ч. до (а) и после (б) процедуры ММВ (положительная реакция); ЛДФ-граммы больной Н. до (в) и после (г) процедуры ММВ (отрицательная реакция).

Применение микроциркуляторной пробы на ММВ перед началом ММВ-терапии позволило во всех случаях избежать отрицательной реакции на воздействие, в том числе, при применении данного вида лечения у больных ОДП при степени тяжести состояния выше 12 баллов по шкале SAPS (Le Gall G.R, 1984).

Оценка результатов ММВ-терапии острого панкреатита методом ЛДФ

Для оценки результатов лечения провели исследование МЦ методом ЛДФ на 3, 5, 7 сутки заболевания, в конце второй и третьей недели, а также перед выпиской из стационара, что позволило описать динамику гемомикроциркуляции у больных ОП на фоне стандартного лечения. Получен-

ные результаты сравнили с динамикой микроциркуляции больных ОП, лечившихся с использованием ММВ со 2-го дня заболевания

Описанную выше схему изучения МЦ дополняли данными дыхательной, постуральной и окклюзионной проб.

Нарушения МЦ у больных, лечившихся без процедур ММВ были более выражены на протяжении всего периода наблюдения и сохранялись к моменту выздоровления. На системном уровне при нормальном ПМ отмечали сниженные показатели, характеризующие функционирование микрососудистого нервно-мышечного аппарата (ИЭМ ↓, A_{maxLF}×100%/М↓, ПП - 257,6±6,4%), что компенсировалось повышением кардиального вклада в механизм гемомикроциркуляции (A_{maxCF}/A_{maxLF}↑↑). На органном уровне отмечали нормальные или сниженые показатели микроциркуляции (ПМ - 1,77±0,21 п.е.) с преобладанием в микрогемодинамике дыхательного компенсаторного механизма. Таким образом, при стандартном лечении больных ОП восстановления микроциркуляции не наступало: больные выписывались с системной НМЦ 1 степени и НМЦ 1-3 степени в зоне поджелудочной железы. Нарушения МЦ в зоне поджелудочной железы носили стойкий характер, их обнаруживали и через 6 месяцев после выздоровления.

Включение в лечебный комплекс программы ММВ-терапии привело к более раннему восстановлению системной микроциркуляции и ее реституции к моменту клинического выздоровления. Так уже к концу второй недели заболевания на ЛДФ ГГ в зоне Хе-Гу отмечали исчезновение дыхательных волн и появление высокоамплитудной кардиальной волны, происходило снижение степени микроциркуляторной недостаточности до НМЦ-1.

Перед выпиской у больных ОДП, лечившихся с применением ММВ-терапии, при нормальном капиллярном кровотоке регистрировали близкие к норме показатели функционирования нервно-мышечного микрососудистого аппарата: A_{maxLF}×100%/М - 23,4±2,1% (в группе стандартного лечения - 19,2±2,1%, $p<0,05$). Сниженная реакция в постуральной пробе (87,2±8,1%) оказалась достоверно лучше, чем таковая в группе больных, лечившихся без применения ММВ-терапии (257,6±56,4%, $p< 0,01$). На системном уровне не выявляли признаков компенсаторных механизмов гемомикроциркуляции – НМЦ-0. В точке Чжан-Мэнь к моменту клинического выздоровления регистрировали нормальные или несколько сниженные цифры ПМ (1,82±0,2 п.е.), с преобладанием в микрогемодинамике кардиального компенсаторного механизма – НМЦ 1 степени.

Изменение характера МЦ, изученной методом ЛДФ, позволяет сделать вывод, что программное применение ММВ при лечении ОП приводит к полноценному восстановлению поджелудочной железы.

ММВ в оценке функционального состояния МЦ русла при эндотоксикозе

Развитие синдрома эндогенной интоксикации при ОДП связано с накоплением в тканях и биологических жидкостях токсических продуктов обмена и деструкции. На уровне целостного организма система МЦ является мишенью для повреждающих агентов. В ряде случаев развиваются некробиотические изменения структурных образований МЦ русла [10], дифференцировать их от функциональных изменений возможно, изучив динамику МЦ проб после ММВ-воздействия.

У 130 больных ОДП была проанализирована динамика дыхательной, постуральной и окклюзионной ЛДФ-проб на различных стадиях стандартного лечения. При проведении функциональных проб датчик аппарата ЛАКК-01 закрепляли в точке Хе-Гу.

Дыхательная проба (ДП) — изменение МЦ (в норме — снижение ПМ) после задержки дыхания на 15 секунд. Проба с задержкой дыхания, являясь результатом рефлекса Бейнбриджа или сосудистого прессорного рефлекса с хеморецепторов, раздражителем которых является повышение содержания CO_2 и снижение кислорода в крови, отражает повышение тонуса сосудодвигательного центра, а именно, центрального звена симпатической иннервации.

Постуральная проба (ПП) — изменение МЦ при опускании руки ниже уровня сердца (в норме — снижение ПМ на 30-40%). Падение кровотока при проведении ПП расценивали как результат местных венозно-артериолярных взаимодействий («миогенная» эндотелий-зависимая реакция или аксон-рефлекс) и отражение функционального или анатомического состояния микроциркуляторного нервно-мышечного аппарата.

Окклюзионная проба (ОП) — МЦ реакция на 3-х минутное прерывание кровотока путем наложения манжетки на плечо и поддержания в ней давления 240 мм рт ст в течение 3 минут. Низкий показатель резерва капиллярного кровотока (РКК) в ОП, укорочение времени восстановления ПМ ($T_{восст}$) при нормальном и сниженном исходном уровне микроциркуляции и с учетом гемокоагуляционных показателей указывает на выраженность реологических нарушений. Значительное, в 2 и более раза удлинение $T_{восст}$ вместе с другими признаками отражает нарушение нервных регуляторных механизмов МЦ.

Типичное изменение функциональных ЛДФ реакций у больных ОДП на стадии токсемии представлено на рис.5.

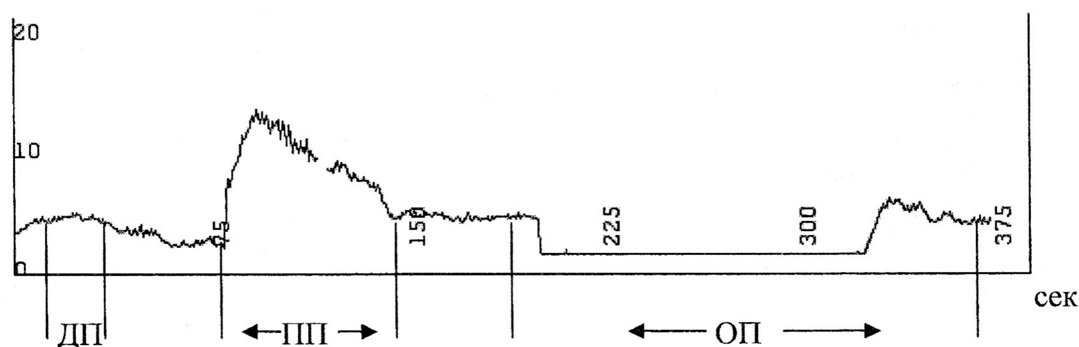


Рис 5. Функциональные ЛДФ пробы у больного Б. Диагноз: острый деструктивный панкреатит, 7 день заболевания, ДП – 100% от $ПМ_{исх}$; ПП – 791% от $ПМ_{исх}$; РКК в ОП - 139%; T1/2 – 15сек.

После записи функциональных МЦ проб на нижнюю треть грудины проводили однократное 15-минутное воздействие ММВ с длиной волны 4,9 мм в постоянном режиме.

Через 30 минут проводили повторную запись ЛДФ проб. Нормализация или улучшение результата (рис. 6) в дыхательной и постуральной пробе связано с нормализующим влиянием ММВ на центральное и периферическое звено нервной регуляции сосудистого тонуса. Положительная реакция после ММВ воздействия говорит о функциональном характере нарушений микроциркуляции.

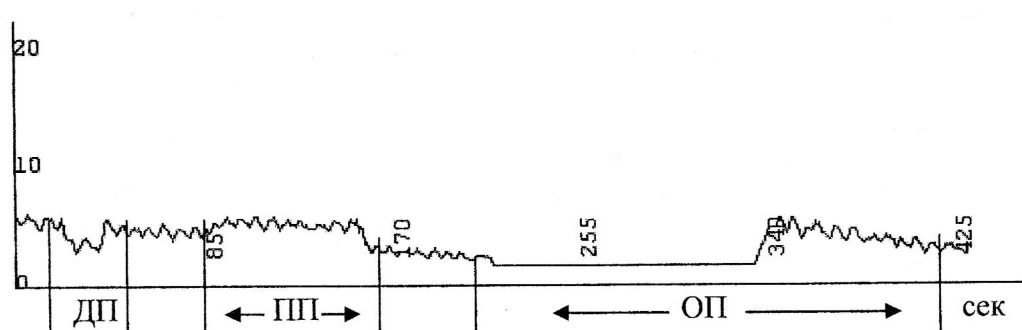


Рис. 6. Функциональные ЛДФ пробы больной Б после сеанса ММВ
ДП – 65% от $ПМ_{исх}$; ПП – 117% от $ПМ_{исх}$. РКК в ОП – 215%, Т1/2 – 60 с

Таким образом, изучение микроциркуляции методом лазерной допплеровской флоуметрии позволяет получить объективную информацию, необходимую для эффективного проведения ММВ-терапии.

 Литература

1. ***Куприянов В.В.*** История учения о микроциркуляции. Микроциркуляция и гемореология – Материалы Второй Международной конференции, Ярославль-Москва, 1999, с. 3-4.
2. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии. Пособие для врачей – М.: 1999, 48с.
3. ***Козлов В.И., Сидоров В.В.*** Лазерный анализатор кровотока ЛАКК-01 – Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике. Материалы второго Российского симпозиума, М.: 1998, с.5-8.
4. ***Козлов В.И., Соколов В.Г.*** Исследования колебаний кровотока в системе микроциркуляции – Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике. Материалы второго Всероссийского симпозиума, М.: 1998, с.8-14.
5. ***Брискин Б.С., Букатко В.Н., Никитин А.Н.*** Систематика микроциркуляторных нарушений и ЛДФ-гистограмм (ЛДФ ГГ) в контексте критических состояний – Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике. Материалы третьего Всероссийского симпозиума, М.: 2000, с.100-105.
6. ***Брискин Б.С., Букатко В.Н., Никитин А.Н.*** Способ оценки течения острого деструктивного панкреатита – Патент РФ №2173951, зарегистрирован 27.09.2001.
7. ***Брискин Б.С., Букатко В.Н.*** Оценка состояния микроциркуляции при панкреатите методом лазерной доплеровской флоуметрии – Сибирское медицинское обозрение, 2002, №4 (24), с.8-10.
8. ***Букатко В.Н.*** Хирургическое лечение острого панкреатита с использованием электромагнитного излучения миллимет-

рового и светового диапазонов – Автореф дисс….докт мед. Наук, М.: 2004, 40с.
9. ***Рябов Г.А.*** Синдромы критических состояний – М.: Медицина, 1994, с.198-199.
10. ***Дюбенко К.А., Давиденко Л.М.*** Состояние капилляров экзокринной части поджелудочной железы в условиях экспериментального острого панкреатита – Клиническая хирургия, 1988, №11, с.18-19.

Laser doppler flowmetry in the study of MMW-therapy effects.

V.N. Bukatko, S.A.Danilova

The results of the study of the microcirculation during the acute pancreatitis by means of the method of laser doppler flowmetry is presented in the article. It was shown the microcirculatory response to a single and multiple MMW – influence, the possibility of the microcirculatory test for MMW in order to study the dynamic state of microcirculation.

Физиологическая оценка процессов, связанных с внутриклеточной водой, в контексте КВЧ-воздействия низкой интенсивности



Родштат И.В.

Институт радиотехники и электроники РАН

Рассмотрены физиологические процессы, связанные с внутриклеточной водой, а именно динамика гидростатического давления и деление клеток, а также гидрофобная гидратация и химический канцерогенез. При этом автор использует классические и новейшие источники информации, а также результаты собственных многолетних исследований.

Введение

Сегодня как никогда актуальна тема роли гидрофобной гидратации в растворах веществ, участвующих в биологических процессах и используемых в медицинской практике. Дело в том, что прогноз онкологических заболеваний остается весьма удручающим как для выживания больных, так и для выздоровления (смерть онкологических больных нередко возникает как осложнение антираковой терапии). Учет фактора гидрофобной гидратации вероятно может смягчить эту ситуацию. Также актуальна и тема гидростатического давления в процессах канцерогенеза, поскольку этот фактор весьма интимно сопряжен с неконтролируемым делением клеток. Этим двум темам и посвящена предлагаемая читателю статья.

Процесс деления клеток и гидростатическое давление

В начальной фазе митоза, т.е. основной формы клеточного деления, а именно в профазе, наблюдается конденсация хроматина, являющегося веществом клеточного ядра, т.е. предположительно его дегидратация. Утечка ядерного сока или кариолимфы может происходить только через ядерные поры двойной ядерной мембраны, число которых в типичной клетке колеблется от 3000 до 4000. Каждая пора представляет собой цилиндрический водный канал диаметром 9 нм и длиной 15 нм. Далее, в прометафазе, происходит быстрый распад ядерной оболочки и кариолимфа переходит в окружающую ядро цитоплазму, что сопровождается уменьшением ее вязкости. В метафазе наблюдается образование веретена деления, причем митотический белок не отличается большой лабильностью, что предположительно связывают с "таянием" структурированной воды, присоединенной к неориентированным белковым молекулам. Считается, что освободившись от воды, молекулы белка лучше ориентируются. И в заключительной фазе митоза, а именно в телофазе, параллельно с образованием ядерной оболочки происходит воссоздание кариолимфы, основу которого составляет гидратация ядерных структур, т.е. накачка воды в ядро клетки [1,2,3].

Хотя формирование веретена деления в его окончательном виде происходит в метафазе, но начало его

формирования наблюдается значительно раньше. По данным из [1] это случается уже в телофазе предыдущего цикла митоза, а по данным из [3] - на стадии G_1 интерфазы. В частности, на этой стадии происходит разделение центриолей, т.е. хромофильных телец цилиндрической формы, образующих клеточный центр, на стадии S интерфазы или стадии синтеза ДНК - репликация, т.е. копирование, пары центриолей, на стадии G_2 интерфазы и в ранней профазе митоза - разделение центросомы, т.е. плотного участка цитоплазмы, окружающего центриоли, в поздней профазе митоза - расхождение фрагментов разделенной центросомы с формированием полюсов веретена деления. Далее, в прометафазе, когда разрушается оболочка ядра, формирование митотического веретена деления из цитоплазмы перемещается в непосредственную близость к содержимому ядра, а именно к хромосомам.

Весьма важно отметить, что митоз блокируется, если нити веретена деления разрушены (обратимо) с помощью высокого гидростатического давления, что может предположительно прояснить смысл динамики внутриядерных и внутриклеточных гидратационных подвижек. Более того, это сходно с внутриклеточным эффектом колхицина, т.е. эффектом классического антиракового препарата. В этом т.н. *к*-митозе хромосомы не располагаются в форме экваториальной пластинки, а разделение центромеры запаздывает. При неразделенной центромере отталкивание хроматид приводит к образованию фигуры хромосом в виде креста, обозначаемой как *к*-пара. При полном *к*-митозе в случае достаточно высокой концентрации колхицина происходит полная инактивация веретена деления и хромосомы распределены по клетке случайно *к*-парами. После расхождения хроматид обычно образуется тетраплоидное реституционное ядро. *К*-митоз представляет собой типичную пороговую реакцию. При передозировке колхицина возможна гибель тканей с появлением пикнотических клеток (пикноз - это уплотнение хроматина с превращением его в гомогенную и сильно красящуюся массу, что сопровождается сморщиванием клеточного ядра и самой клетки). Химическая формула колхицина (S)N-(5,6,7,9-тетрагидро-1,2,3,10-тетраметокси-9-оксо-бензо [α] гептален-7-ил) - ацетамид [4].

Эффекты высокого гидростатического давления на внутриклеточную среду реализуются через ослабление гидрофобных, электростатических и ван-дер-ваальсовых взаимодействий в белках [5,6]. Что касается гидрофобных взаимодействий, то они являются существенным фактором при формировании биологических структур. В частности, гидрофобные взаимодействия между боковыми аминокислотными группами на отдельных участках основной цепи играют ключевую роль в процессах сворачивания белковой глобулы из первичной аминокислотной последовательности и в определении ее общей формы. В свою очередь, электростатические взаимодействия не только подпитывают энергией водородные связи, но и играют вполне самостоятельную роль в стабилизации биологических структур. Учет электростатических взаимодействий, наряду с собственно ван-дер-ваальсовыми силами, изменяет, хотя и незначительно, расстояния между атомами, а следовательно и их общее стерическое расположение в структуре биополимеров. Силы Ван-дер-Ваальса играют существенную роль в образовании конденсированных жидких и твердых состояний во взаимодействиях на поверхности раздела фаз [7].

Гидростатическое давление тканевой жидкости у человека в норме составляет примерно 3 мм рт.ст., т.е. около 41 мм вод.ст. Но с учетом диапазона гидростатического давления в венозной системе от -10 до +90 мм рт.ст., возможны значительные колебания и гидростатического тканевого давления в зависимости от положения тела (вертикального или горизонтального), его региона, функционального состояния всего организма и отдельных тканей [8]. В свою очередь, вода, имея массу всего в 18 дальтон, и будучи электронейтральной, легко и быстро диффундирует через липидный бислой плазматической мембраны клетки.

Таким образом, представляется очевидным, что механизмы основной формы клеточного деления, а именно митоза, интимно сопряжены с объемом и фазовой динамикой внутриклеточной жидкости. А это позволяет надеяться, что КВЧ-воздействие низкой интенсивности, которое преимущественно поглощается водой и используется в качестве КВЧ-терапии (синоним миллиметровой терапии), может оказаться санирующим фактором при заболеваниях с неконтролируемым клеточным делением, т.е. при онкологических процессах. Об этом косвенно свидетельствует феномен т.н. *к*-митоза, вызываемый классическим антираковым препаратом колхицином и напоминающий эффекты гидростатического давления на клеточное веретено деления. Колхицин является одним из алкалоидов, выделенных из клубнелуковиц безвременника великолепного (Colchicum Speciosum Stev.) семейства лилейных. Поначалу колхицин использовался для лечения злокачественных новообразований кожи, а затем, учитывая его способность препятствовать образованию амилоидных фибрилл, а также урикозурическое (выделение мочевой кислоты с мочой) и противовоспалительное действие, стал применяться для лечения, соответственно, амилоидоза и подагры. Однако в отличие от КВЧ-воздействия низкой интенсивности, не сопровождаемого побочными явлениями, колхицин достаточно токсичен, вызывая угнетение кроветворной функции, алопецию (выпадение волос) и другие соматические расстройства.

Гидрофобная гидратация и химический канцерогенез

Вещества, в растворах которых наблюдается сильное замедление подвижности воды, т.е. ярко выраженная гидрофобная гидратация in vitro, обладают повышенной канцерогенной активностью. Эта корреляция наблюдается в случае гексаметилфосфоротриамида, бензола, метилзамещённых аналогов мочевины и ряда других веществ, являющихся канцерогенами [9]. Тем самым специфика химического канцерогенеза может определяться не только химическими взаимодействиями веществ, но и их гидратационными характеристиками. Одним из факторов внешнего воздействия на клетку, который может приводить к увеличению в ней доли подвижных молекул воды, т.е. к эффекту, обратному по отношению к тем изменениям, которые имеют место при гидрофобной гидратации, является КВЧ-воздействие низкой интенсивности.

Здесь, для начала, напомним о пионерской работе, выполненной под непосредственным руководством академика Н.Д. Девяткова, Ю.И. Хургиным, О.В. Бецким, В.А. Кудряшовой и В.А. Завизионом и опубликованной в 1981 году [10]. Исследуя поглощение миллиметровых волн низкой интенсивности водными растворами неэлектролитов, ими был выяв-

лен дефицит поглощения, который указывает на образование малоподвижных агрегатов и вызванное этим уменьшение количества подвижных молекул воды. В свою очередь, катионы *K+*, которые определяют ионный состав внутриклеточной жидкости, увеличивают поглощение воды, что должно способствовать увеличению количества подвижных молекул воды, а следовательно, уменьшать вероятность инициации химического канцерогенеза.

Далее, из диссертационной работы Н.П. Залюбовской [11] следует, что миллиметровые волны интенсифицируют пентозофосфатный метаболизм в клетке, в частности, происходит повышение активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. И хотя пентозофосфатный цикл локализован в цитоплазме, он определяет взаимное превращение сахаров в процессах образования нуклеиновых кислот, т.е. КВЧ-воздействие низкой интенсивности косвенно влияет на ядерные структуры клетки. Кроме того, хорошо известно, что пентозофосфатный цикл изменяет активность калиевого насоса, способствуя задержке ионов K+ в клетке [12], т.е. с учетом цитированной работы Н.Д. Девяткова с соавторами КВЧ воздействие низкой интенсивности будет уменьшать вероятность химического канцерогенеза через механизм интенсификации пентозофосфатного метаболизма клетки.

Таким образом, КВЧ-воздействие низкой интенсивности, интенсифицируя пентозофосфатный метаболизм клетки и, тем самым, удерживая в ней ионы калия, увеличивает поглощающую способность внутриклеточной воды, а следовательно, и подвижность ее молекул, что уменьшает вероятность плотного контакта эндогенных канцерогенов с ядерными структурами клетки. В типичной клетке одновременно сосуществует несколько структурных мишеней как для канцерогенов, так и для антиканцерогенных веществ, а интегральный эффект указанных воздействий определяется продолжительностью контакта, ph внутриклеточной среды и фазой клеточного цикла [13,14]. Так, упоминавшийся нами бензол вызывает острый миелобластный лейкоз [15]. Вариант острого миелобластного лейкоза, а именно острая промиелоцитарная лейкемия, составляет 10% всех случаев острого миелобластного лейкоза. Ее клиническим отличием является наличие в качестве осложнения диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови [16], при котором КВЧ-терапия бывает эффективна примерно в половине случаев [17]. Более того, благоприятный прогноз острой промиелоцитарной лейкемии по сути наблюдается при ее варианте с транслокацией хромосом 15 и 17 и при варианте с транслокацией хромосом 8 и 21 на фоне перицентрической инверсии 16 хромосомы. У пациентов с этими хромосомными нарушениями процент выхода в полную, хотя часто и непродолжительную ремиссию, достигает 90% [16].

Следует однако заметить, что существуют многочисленные примеры и многофокусного повреждающего воздействия на хромосомы антиканцерогенных веществ, применяющихся для лечения болезни Ходжкина (лимфогрануломатоза), множественной миеломы, рака яичников и молочной железы, неходжкинских лимфом. В этих случаях обычно развивается острая нелимфобластная лейкемия после использования алкилирующих препаратов (мельфалана, хлорамбуцила, мустаргена, циклофосфамида) либо производных нитрозомочевины (кармустина, ломустина), в т.ч. один из ее вариантов, а

именно острая миеломоноцитарная лейкемия. Хромосомные же нарушения наблюдаются в форме делеции (от латинского deletio - уничтожение, т.е. потеря участка хромосомы или хроматиды) длинного плеча 5 и 7 хромосом. Прогноз в таких случаях весьма неблагоприятный [18]. То есть, КВЧ-терапия может быть востребована не только для профилактики онкологических процессов, но и для смягчения серьезных осложнений противораковой терапии.

Заключение

Вода не только самая весомая часть человеческого тела в сравнении с другими его субстратами (белками, жирами, углеводами), но похоже и один из ключевых факторов в процессах канцерогенеза. По крайней мере, такое утверждение уже сегодня подтверждается ролью гидрофобной гидратации и гидростатического давления в возможной инициации онкологических заболеваний.

 Литература

1. ***Ригер Р., Михаэлис А.*** Генетический и цитогенетический словарь – М.: Колос, 1967, 607 с.
2. ***Волькенштейн М.В.*** Молекулы и жизнь – М.: Наука, 1965, 504 с.
3. ***Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др.*** Молекулярная биология клетки – М.: Мир, 1994, т.2, 540 с.
4. ***Машковский М.Д.*** Лекарственные средства – Харьков: Торсинг, 1997, т.2, с.463-464.
5. ***Ranlolph Th.W., Seefeldt M., Carpenter J.F.*** High hydrostatic pressure as a tool to study protein aggregation and amyloidosis – Biochim. et biophys.acta. Protein Struct. and Mol.Enzymol., 2002, v.1595, N 1-2, pp.224-234.
6. ***Boonyaratanakornkit B.B., Park Ch.B., Clark D.S.*** Pressure effects on intra-and intermolecular interaction within proteins – Biochim. et biophys. acta. Protein Struct. and Mol. Enzymol., 2002, v.1595, N 1-2, hh.235-249.
7. ***Рубин А.Б.*** Биофизика – М.: Высшая школа, 1987, книга 1, 319 с.
8. ***Вицлеб Э.*** Функции сосудистой системы. Физиология человека (ред. Шмидт Р. и Тевс Г) – М.: Мир, 1996, т.2, с.498-556.
9. ***Лященко А.К., Родштат И.В., Новскова Т.А.*** Водная подсистема клетки как объект воздействия в процессах химического канцерогенеза - Сборник докладов 13 Российского симпозиума с международным участием “Миллиметровые волны в медицине и биологии” - 01-03.12.2003, Москва, - с.157-164.
10. ***Девятков Н.Д., Хургин Ю.И., Бецкий О.В., Кудряшова В.В., Завизион В.А.*** Использование ММ-спектроскопии для исследования межмолекулярных взаимодействий в растворах. Нетепловые эффекты миллиметрового излучения – М.: ИРЭ АН СССР, 1981, с.5-25.
11. ***Залюбовская Н. П.*** Биологические реакции как основа гигиенической оценки электромагнитных волн миллиметрового диапазона – Диссертация... доктора биологических наук – Харьков: Государственный университет, 1979, 325 с.
12. ***Лабори Г.*** Метаболические и фармакологические основы нейрофизиологии – М.: Медицина, 1974, 168 с.
13. ***Родштат И.В.*** Диагностическая эффективность флуоресценции редкоземельных комплексов порфиринов и оптимизация условий по их клиническому применению с точки зрения канцерогенного риска – Вестник новых медицинских технологий, 1994, т. 1, №1, с.18-23.
14. ***Родштат И.В.*** Некоторые материальные и пси-факторы спонтанных онкологических ремиссий – Электродинамика и техника СВЧ, КВЧ и оптических частот, 2002, т. X, №4, с.75-86.
15. ***Шульман Л.Н.*** Злокачественные опухоли кроветворной ткани. Патофизиология крови (ред.Ф.Дж. Шиффман) – М.: Binom publishers; Санкт-Петербург: Невский диалект; 2000, с.335-364.
16. ***Биттер М.*** Острый лейкоз. Классификация и лабораторная оценка. Секреты гематологии и онкологии (ред. М.Э.

Вуд, П.А. Банн) – М.: Бином, 1997, с.163-170.
17. ***Родштат И.В.*** Обсуждение диагностической проблемы диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови в контексте КВЧ-терапии – Вестник новых медицинских технологий, 1994, т.1. №2, с.34-41.
18. ***Дженсен Л.Ю, Вуд М.*** Гематологические осложнения химиотерапии. Секреты гематологии и онкологии (ред. М. Э. Вуд, П. А. Банн) - М.: Бином, 1997, с.292-297.

The estimation of physiological processes connected with intracellular water and in context of low intensity extremely high frequency influence.

Rodshtat I. V.

Some physiological processes in context with intracellular water, namely in the dynamic of hydrostatic pressure and the division of indirect nuclear, also the hydrophobic hydratation and the chemical cancerigenesis have been considered in the paper. In doing so, the author uses the classical and latest information sources as well as the results own investigation of many years.

От редакции

Редколлегия обращает внимание читателей на то, что в данной работе предложена новая методика использования КВЧ-излучения для лечения различных заболеваний, которая нуждается в дальнейшем исследовании.

О новой возможности применения ММ-волн в медицинской практике



Гедымин Л.Е., Балакирева Л.З.

ГУ Центральный НИИ туберкулеза РАМН, г. Москва

В статье представлен еще одна модификация метода КВЧ-терапии, которая поможет в более широких масштабах использовать ММ-волны в медицине, особенно в амбулаторной практике.

Несмотря на то, что метод КВЧ-терапии широко используется в медицине, начиная с 70-80-х годов XX века, охватив широкий круг нозологических форм, механизм действия ММ-волн на биологические объекты до сих пор не до конца определен. О.В. Бецкий и Н.Н. Лебедева (2001) характеризовали его как многофакторный (комплексный) [1]. И это справедливо, поскольку КВЧ относится к управляющей системе, связывающей живые организмы с окружающей средой (с космосом в том числе). По высказыванию тех же авторов основным «является механизм поддержания в мембране клеток акустоэлектрических колебаний», т.е. сохранения гомеостаза живой системы, к которой относится и человек [6,7]. «Клетка клетке передает информацию о своей работе на языке колебаний в ММ-диапазоне длин волн» [1].

Однако у органа имеется и свой индивидуальный язык - свои собственные колебательные характеристики, которые отличает один орган от другого [8]. Все вместе они, как инструменты в большом оркестре, подчиняются чуткому слуху дирижера и по мановению его палочки (ЭМИ) исполняют гармоничную музыку здоровья. Что такое здоровье? Здоровье можно характеризовать одним словом - гармония. Это гармония внутри клетки, гармония в работе клеточных ассоциаций, органа, группы органов и всего организма в целом.

При работе с аппаратом Р. Фолля удалось определить, что существует так называемый «физиологический коридор», при котором все показатели на точках акупунктуры биологически активных точек (БАТ) не превышают 50-65 ед. и этим определяется гармоничная работа органов и систем организма, т.е. имеется состояние здоровья [8]. Уменьшение показателей ниже 50 ед. и превышение их более 65 ед. указывают на то, что в организме произошел сдвиг в колебательных реакциях какого-то органа или группы органов, и это уже выходит за рамки здоровья. В таких случаях необходима коррекция «извне» ММ-волнами, которые врач успешно использует в своей практике. Так осуществляется моно КВЧ-терапия (без сочетания с другими воздействиями на организм)

Монотерапию ММ-волнами мы, как правило, использовали только

для снятия стресса, снижения гипертермии и в некоторых других случаях острых нарушений в работе организма. В основном осуществляли комплексную терапию с включением ЭМИ в программу лечения на определенном этапе, обусловленным патогенезом заболевания. Так, при туберкулезе КВЧ-терапию начинали с первых дней поступления больного в клинику при лечении очаговой, кавернозной и фиброзно-кавернозной форм в сочетании со специфической терапией. В этих случаях в первую очередь мы преследовали цель – нормализовать сниженный иммунитет у таких больных путем стимуляции клеточных реакций защиты, которые активируются под влиянием ММ-волн. При инфильтративном и диссеминированном туберкулезе, если появлялись признаки начинающегося рассасывания перифокальной реакции, присоединяя КВЧ-волны, мы добивались ускорения кровотока, раскрытия дополнительных сосудистых коллекторов, поскольку ММ-волны обладают этим свойством и необходимы для ускорения темпов рассасывания инфильтративных изменений при одновременной стимуляции иммунитета.

Наиболее тяжелая форма туберкулеза – казеозная пневмония, в патогенезе которой наблюдается быстрый и обширный тромбоз сосудов в пораженной зоне легкого (в зоне пневмонии). В этом случае КВЧ-терапия должна проводиться как можно раньше, преследуя в первую очередь цель нормализовать реологию крови, при одновременной адекватной специфической и неспецифической химиотерапии с включением индивидуальных средств патогенетического лечения. При других заболеваниях, например саркоидозе органов дыхания, хламидиозе и микоплазмозе различных локализаций (в дыхательной, урогенитальной и других системах), псориазе, болезнях обмена (мочекислом диатезе, сахарном диабете II-го типа), эндокринных нарушениях (дисфункциях яичников, гипер- и гипофункциях щитовидной железы), вегето-сосудистой дистонии и многих других патологических процессах КВЧ-терапия назначалась сразу же после предварительной диагностики по Р. Фоллю. При этом определялись: длина волны, зоны воздействия и длительность сеанса. Работали только при использовании резонансных частот. Длительность курса и количество сеансов устанавливали в ходе лечения с контрольными повторными исследованиями органов по биологически активным точкам (БАТ). Режимы лечения были постоянными или прерывистыми, фиксированными или сканирующими над зоной пораженного органа.

Нами разработана разнообразная методика КВЧ-терапии острых и хронических заболеваний в сочетании с аллопатией, гомеопатией, лазеролечением, массажем, психотерапевтическими беседами и т.д.

Кроме того, испытан напиток «Милмед», созданный группой ученых под руководством М.Б. Голанта сначала в эксперименте, а затем была апробирована методика его применения у различных групп больных [4]. Этот напиток (дрожжевой раствор, облученный ММ-волнами), принимается per os и оказывает выраженный лечебный эффект, не уступающий ММ-волнам, генерируемым аппаратами «Явь-1». Особенно удобен напиток «Милмед» при длительном применении у ослабленных больных с онкологическими заболеваниями. Обладая гепатопротекторным действием, он может применяться при химиотерапии или облучении этих больных и предотвращать развитие тяжелых последствий такой терапии. Этот напиток с успехом применяется нами и у тяжелых больных туберкулезом с лекарственной непере-

носимостью противотуберкулезных препаратов, которая развивается у 1/4 больных при длительном их применении. Гепатопротективное свойство «Милмеда» было доказано нами в эксперименте на мышах с развитием у них токсического лекарственного гепатита в ответ на введение различных доз изониазида [5].

Мы записывали также ММ-волны на воду и применяли ее в качестве эффективного мочегонного средства. Записывали ММ-волны и на физиологический раствор для промывания полостей эмпием, плевральной полости и получили ускорение их заживления с закрытием бронхиального свища.

Идея записи КВЧ-волн на гомеопатическую крупку возникла у нас после того, как мы записали излучения различных типов лазеров (гелий-неоновый, арсенид-галиевый). Оказалось, что эта «активированная» крупка обладает свойством влиять на окислительно-восстановительные процессы в фагоцитах крови, что установлено при исследовании их в хемилюминометре. В зависимости от фазы туберкулеза у одних больных наблюдалась стимуляция фагоцитов, у других же - подавление функции (у последних лазеротерапия вызывала обострение процесса).

Таким же образом мы записали ММ-волны (7,1; 6,4; 5,6 и 4,9 мм) на различные порции гомеопатической крупки, которая использовалась нами как носитель соответствующих длин волн и назвали ее «активированная» крупка (АК). Для сравнения мы работали с аппаратами «Явь-1» и «Малыш» с вышеупомянутыми длинами волн.

Методика

В работе исследована хемилюминесценция (ХЛ) лейкоцитарной массы, полученной из периферической крови больного. 10 мл крови с 1 мл гепарина в течение 1 часа выдерживали при комнатной температуре с целью осаждения эритроцитов. Полученную плазму, содержащую лейкоциты и тромбоциты, делили на равные порции, из которых первая составляла контроль (без какого-либо воздействия), а остальные подвергались облучению различными волнами КВЧ. Регистрация показателей ХЛ всех проб проводилась дважды при добавлении люминола с помощью отечественного хемилюминометра (через 100 минут и 24 часа). Показатели прибора регистрировали в импульсах в секунду (имп./сек) и облученные пробы сравнивали с контролем. За оптимальную частоту принималась та частота, на которой наблюдалась максимальная стимуляция ХЛ в клетках крови. Именно эта крупка с определенной частотой применялась нами у больных с различными заболеваниями. Пока эти исследования носят предварительный характер, поскольку необходимо большее количество наблюдений.

АК соответствующей λ, назначалась больному в виде глобул per os каждые 4-6 часов, т.е. 4-5 раз в день независимо от приема пищи. Взрослым назначали по 7 крупинок, что составило оптимальную дозу по результатам тестирования методом Р. Фолля.

Детям назначали по 1-5 крупинок в зависимости от возраста и характера патологического процесса. Маленьким детям крупинки предварительно растворяли в небольшом количестве воды (в 2-3 каплях) для того, чтобы была только смочена слизистая рта, и этого было достаточно для достижения эффекта.

Обязательным условием приема АК является не быстрое ее проглатывание, а задержка в полости рта до полного растворения (аналогично приему таблетки валидола под язык). Известно, что слизистая полости рта богата микрососудами с тонкими стен-

ками, поэтому АК «передает» свою волну протекающей крови и лимфе, которые разносят ее по всему организму.

В настоящее время мы пока еще не можем судить о длительности действия такого лечения вследствие небольшого количества наблюдений. На сегодняшний день мы располагает данными по использованию АК в течение 1-2 месяцев непрерывного приема препарата. Дальнейшая работа в этом направлении поможет расширить рамки данного исследования.

Результаты

Обследована кровь у 30 больных в возрасте 10-80 лет с различными заболеваниями. При анализе полученных по результатам исходных контрольных значений интенсивности ХЛ больные были разделены нами на три группы: низкие показатели (менее 10 импульсов в секунду), средние (10-40 имп./сек.), высокие (выше 40 имп./сек.).

Высокие значения интенсивности ХЛ наблюдались при острых или обострении хронических заболеваний, нарушениях обмена (острые респираторные заболевания, бронхит, бронхиальная астма, различные формы туберкулеза легких, гломерулонефрит, пиелонефрит, простатит, тиреоидит, трофические язвы голеней, сахарный диабет). Среди этой группы у 3 больных обнаружены очень высокие показатели контроля (более 100 имп./сек.), что соответствует состоянию стресса у этих больных. Это подтвердилось исследованиями на точках акупунктуры по методу Р. Фолля.

Средние значения контроля наблюдались у большинства больных с не резко выраженными морфологическими и функциональными нарушениями в органах и системах.

Низкие значения контроля наблюдались, как правило, у ослабленных больных и у людей старше 60 лет с низкими резервными возможностями организма при хроническом течении заболевания: злокачественные и некоторые доброкачественные опухоли различных локализаций, поликистоз почек, фиброзно-кавернозный туберкулез в сочетании с сахарным диабетом, тяжелое течение сахарного диабета, фиброзирующий альвеолит, коронарокардиосклероз, гранулематоз Вегенера, нейродермит.

При анализе интенсивности ХЛ через 100 минут после КВЧ-воздействия активированной крупкой была отмечена различная реакция клеток крови на ЭМИ in vitro. По показателям ХЛ ответа на КВЧ-воздействие мы разделили всех больных на две группы.

Первая группа составляла основную массу больных (21 человек) и характеризовалась увеличением ХЛ клеток после воздействия КВЧ (на одной, двух или трех частотах). Для КВЧ-терапии этим больным с помощью АК назначалась частота, соответствующая максимальному ХЛ ответу.

Вторая группа (6 человек) отличалась отсутствием эффекта или снижением интенсивности ХЛ клеток крови через 100 минут после КВЧ-воздействия на всех изученных нами частотах. В этих случаях проводился углубленный анализ показателей ХЛ через 24 часа, т.е. при втором измерении показателей в хемилюминометре, так как у этих больных скорость активации клеток была замедленной. При этом у 4-х больных зарегистрирована положительная реакция на АК со стимуляцией ХЛ на определенной λ, которая и выбиралась нами в качестве терапевтической. У 2-х больных даже через 24 часа после воздействия ЭМИ in vitro ХЛ ответ по-прежнему оставался отрицательным как при применении крупки, так и аппарата «Явь-1» с анало-

гичной λ. Им в течение 1-го месяца мы применяли все волны одновременно, записанные на гомеопатическую крупку. Эти больные относились к старшей возрастной группе, имели тяжелые морфологические изменения в органах.

Показания для применения АК являются теми же, что и для аппаратной КВЧ-терапии и напитка «Милмед». Противопоказания для лечения АК также относительные и могут исчезнуть в результате изменения фазы патологического процесса. Например, период кровохарканья при туберкулезе легких или кровоточащая язва желудка при язвенной болезни являются противопоказанием для КВЧ-терапии, но после устранения этих осложнений можно ее назначать, в том числе и АК терапию.

У АК имеются свои преимущества и недостатки по сравнению с КВЧ-терапией. Преимущества: источник КВЧ всегда под руками пациента; удобство хранения и транспортировки; отпадает необходимость длительного вынужденного пребывания больного под аппаратом (непривязанность к аппарату); прием АК может осуществляться в любое время суток и в любом месте; непосредственное влияние ММ-волн на кровь; растворенная в любых жидкостях АК может использоваться для промывания ран, эмпием плевральной полости, полоскания горла и т.д. Недостаток: КВЧ-излучение в АК не обладает той мощностью, которая генерируется КВЧ-аппаратами; АК невозможно использовать для работы по точкам акупунктуры, а осуществляется только общее воздействие на организм.

В дальнейших исследованиях мы предполагаем изучить комбинированное воздействие КВЧ-аппаратами с «активированной» крупкой при различных заболеваниях, как острых, так и хронических.

Анализируя результаты проведенной работы, мы можем отметить, что найден еще один метод КВЧ-терапии, который поможет в более широких масштабах использовать ММ-волны в медицине, особенно в амбулаторной практике. Однако метод АК полностью никогда не заменит апробированный метод аппаратной КВЧ-терапии. Они не должны противопоставляться, а только дополнять друг друга.

Выводы

1. Найдена новая возможность применения в клинике ММ-волн с помощью их записи на носитель – гомеопатическую крупку.
2. Модифицирован метод хемилюминисцентного анализа для определения оптимальной длины волны миллиметрового диапазона у человека с использованием «активированной» гомеопатической крупки.
3. Способ применения ММ-волн в виде записи их на носитель прост, удобен для транспортировки и хранения, не требует больших материальных затрат, «активированная» крупка может быть изготовлена в любых количествах.
4. Показания и противопоказания для использования «активированной» крупки аналогичны аппаратному КВЧ-лечению и напитку «Милмед».

 Литература

1. ***Бецкий О.В., Лебедева Н.Н.*** Современные представления о механизмах воздействия низкоинтенсивных миллиметровых волн на биологические объекты – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2001, №3, с. 5-19.
2. ***Владимиров Ю.А., Шерстнев М.П.*** Хемилюминесценция клеток животных –

Биофизика, 1999, т.24, с. 176.

3. ***Гедымин Л.Е., Колпикова Т.В., Балакирева Л.З., Голант М.Б., Мудрик Д.Г., Дремучев В.А., Голант Н.В.*** Применение хемилюминесцентного метода при КВЧ-терапии – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1997, №9-10, с. 3-8.
4. ***Гедымин Л.Е., Ерохин В.В., Голант М.Б., Балакирева Л.З.*** Репаративные реакции в легких при лечении экспериментального гранулематоза (саркоидоза) – Сборник-резюме. 8 национальный конгресс по болезням органов дыхания, Москва: 2001, с.307.
5. ***Гедымин Л.Е., Ерохин В.В., Николаева Г.М., Новикова Л.Н., Панасек И.А., Голант М.Б., Давыдов А.П. и др.*** Электромагнитные волны миллиметрового диапазона, используемые для устранения непереносимости противотуберкулезных препаратов – 10 симпозиум с Международным участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии», М., 1995, с. 11-13.
6. ***Голант М.Б.*** Резонансное действие когерентных электромагнитных излучений миллиметрового диапазона волн на живые организмы – Биофизика, 1989, T.XXXIV, вып. 6, с. 1007-1014.
7. ***Девятков Н.Д.*** Влияние электромагнитного излучения ММ-диапазона длин волн на биологические объекты – УФН, 1973, т.10, вып. 3, с. 453-454.
8. ***Самохин А.В., Готовский Ю.В.*** Практическая электропунктура по методу Р. Фолля – М.: «Имедис», 1997, 671 с.

About new opportunity of MM-therapy use in practical medicine

L.E.Gedymin, L.Z.Balakireva

The one more modification of EHF-therapy is presented in the paper. This modification allows everyone to use MM-therapy on a large scale.

Использование волн ММ-диапазона в диагностике постхирургических передних увеитов



Бакуткин В.В., Киричук В.Ф.**, Петросян В.И.***, Папенко Е.Ю.**

**Саратовский Государственный Медицинский Университет, кафедра глазных болезней,*
*** Саратовский Государственный Медицинский Университет, кафедра нормальной физиологии,*
****ООО «Проект «Новые технологии»(P.N.T.)», г.Саратов*

Исследовалась методика транс-резонансной функциональной топографии в диагностике постхирургических передних увеитов в динамике. Полученные результаты свидетельствуют о возможности данного диагностического метода не только выявлять воспалительный процесс в увеальном тракте, но и определять степень его выраженности.

Постхирургические увеиты могут развиваться после любых внутриглазных вмешательств и обусловлены различной этиологией. Так, в первые две послеоперационные недели при экстракции катаракты увеит вызывает бактериальная инфекция, хрусталиковые массы, токсическое действие интраокулярной линзы на ткани глаза. В этот период возможно обострение и ранее существовавшего воспаления увеального тракта, которое, как правило, проявляется на 3 - 5 день после операции [1, 2]. В более поздние сроки (от 2-х недель до 2-х лет) постхирургический увеит связан с наличием грибковой инфекции, низковирулентных бактериальных агентов, слабо выраженной реакцией глаза на токсическое действие интраокулярной линзы, механическим раздражением радужной оболочки и цилиарного тела искусственной оптической линзой [3, 4].

Увеит, особенно после экстракции катаракты, нередко обусловлен стафилококковой инфекцией, появляется на 2-7 день. Характеризуется болью, резким снижением остроты зрения в оперированном глазу. При осмотре обращает на себя внимание гиперемия конъюнктивы, хемоз, отек век. На эндотелии роговой оболочки обнаруживаются преципитаты, в передней камере – гипопион, отложение фибрина, в стекловидном теле – клеточная реакция различной интенсивности, позже – экссудат, глазное дно обычно не офтальмоскопируется [5].

Анализ этих признаков воспаления, возникающих в разных отделах увеального тракта, дает возможность диагностировать увеит и определить преимущественную локализацию, форму и степень выраженности процесса [6, 7]. Общедоступным методом исследования в офтальмологической практике остается биомикроскопия глаза. Однако при нарушении прозрачности оптических сред требуется более детальная оценка клинической картины, что субъективно трудно выполнимо с помощью микроскопии глаза на щелевой лампе. Кроме того, сложно количественно проследить динамику изменений, объективно оценить эффективность лечения, определить прогноз заболевания [8].

Инвазивные методы имуннологической диагностики воспалительных заболеваний глаз достаточно трудоемки и дорогостоящи [9].

Поэтому использование неинвазивных и безопасных диагностиче-

ских процедур в глазной практике занимает особое место [10].

Волны миллиметрового диапазона сейчас широко применяются в клинической медицине. Этому мы обязаны известным отечественным ученым акад. Н.Д.Девяткову, проф. М.Б.Голанту, проф. О.В.Бецкому [11]. Под их руководством начало развиваться новое научное направление – освоение миллиметрового участка спектра когерентных электромагнитных колебаний [11, 12, 13]. В настоящее время КВЧ-волны используются как в лечебных, так и в диагностических целях. Принцип диагностики основан на регистрации резонансных частот молекулярных колебаний структур организма в норме и при патологии различных органов и тканей. Нами впервые предложен метод спектрально-волновой диагностики (резонансная радиография) больных с воспалительными заболеваниями глаз.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось у 118 больных с острым послеоперационым иритом и\или иридоциклитом после оперативного удаления возрастной катаракты. Возраст больных составил 18-88 лет. Среди обследованных лиц было 68 женщин и 50 мужчин. У всех пациентов наблюдался односторонний воспалительный процесс, поэтому контрольную группу составили парные здоровые глаза.

Метод ТРФ-топографии включает «опрос» состояния биотканей по радиоволновому излучению с последующим анализом качественных и количественных данных у пациентов исследуемых групп.

В основе метода ТРФ-топографии лежит явление СПЕ-эффекта [14]. Носителем резонансно-волнового состояния являются молекулярные колебания водной компоненты биотканей, генерирующие очень слабые радиоволны. Нормальному функционированию органов и систем организма соответствуют стандартные амплитудно-частотные параметры их радиоизлучения. Отклонение от них свидетельствует о функциональных или органических нарушениях на молекулярно-клеточном уровне, причем, изменения радиофизических параметров по сравнению с нормой, как правило, предшествуют развитию и сопровождают течение любого заболевания [14].

Представляется возможным предположение, что показатель ТРФ-топографии отражает некий суммарный адаптационный потенциал ткани (клеток) в обследуемой области, уровень активности обменных процессов в волновом отображении. ТР-показатель связан с энтропией («свободной» энергией) биоткани в данный момент времени у конкретного организма, который определяется состоянием системы регуляции метаболизма и таким образом отражает уровень самого метаболизма [13]. Принимаемый радиометром сигнал радиоотклика с обследуемых топографических областей тела несет информацию о функциональном состоянии диагностируемых органов и систем организма. Если амплитуда сигнала выходит из «коридора нормы» в сторону завышения, то это указывает на гиперфункцию (воспалительные процессы) [14, 15].

Диагностика постхирургических передних увеитов осуществлялась с помощью радиоэлектронного комплекса (транс-резонансного функционального топографа), разработанного компанией «Новые технологии (P.N.T.)» и апробированного на базе кафедры амбулаторной и поликлинической помощи Саратовского Военно-медицинского института [14].

Комплекс состоит из:

- генератора с перестраиваемой частотой высокочастотных радиоволн;
- генератора с фиксированной резонансной частотой низкоинтенсивных радиоволн;
- сверхвысокочувствительного радиоприемника-радиометра;
- контактной приемной антенны-аппликатора;
- электронной системы управления и обработки радиосигналов;
- персонального компьютера;
- программного обеспечения;
- помехозащитного бокса.

Схема прибора представлена на рис.1.

ТРАНС-РЕЗОНАНСНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТОПОГРАФ

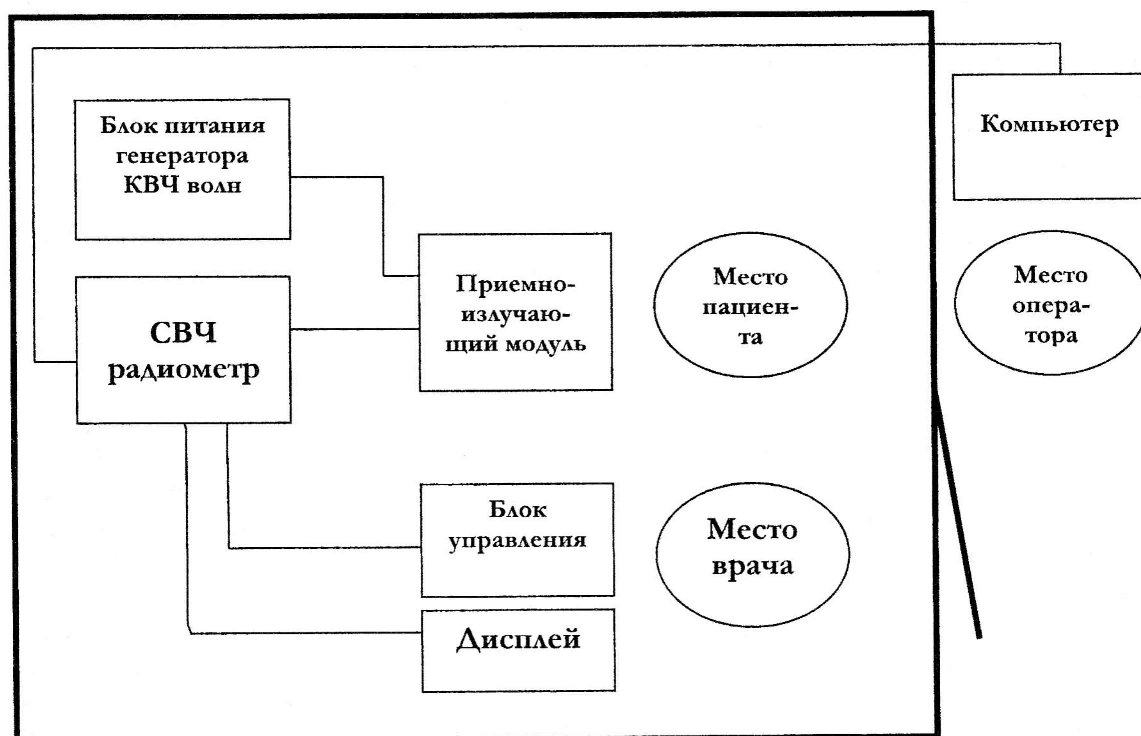


Рис. 1. Блок-схема ТРФ–топографа.

Датчик (приемно-излучающий модуль) устанавливали на сомкнутые веки, т.е. на область входа в орбиту, на височную область, как с правой, так и с левой стороны. Поочередно на соответствующие участки головы накладывали миниатюрную антенну-аппликатор радиометра и проводили воздействие ММ-волнами.

Сигнал резонансного радиоотклика ткани регистрировался радиометром, обрабатывался на компьютере и выдавался в виде гистограммы уровней радиосигналов, представленных в виде условных трансрезонансных единиц (ТР-ед). В результате этой процедуры снимался спектр резонансных частот тканей глаза, по которым опре-

делялись отклонения спектра от нормы.

Показатели ТРФ-топографа регистрировались до оперативного вмешательства, через сутки после операции и каждые 3 дня послеоперационного периода. Выраженность воспалительного процесса оценивалась по клинической классификации Федорова С.Н. и Егоровой Э.В. [16]. Согласно этой классификации, определяют четыре степени выраженности воспаления или послеоперационной воспалительной реакции (таблица 1).

Таблица 1

Клиническая классификация послеоперационной воспалительной реакции глаза

Степень	Клинические проявления
1-ая степень (ареактивное течение)	Единичная точечная взвесь клеток во влаге передней камеры, единичные складки десцеметовой оболочки
2-ая степень	Послеоперационный ирит с отеком роговицы и десцеметитом по ходу операционной раны, точечная взвесь во влаге передней камеры, помутнение стекловидного тела
3-ая степень	Послеоперационный иридоциклит с тотальным отеком роговицы и десцеметитом, рыхлый экссудат на поверхности ИОЛ
4-ая степень	Послеоперационный эндофтальмит

Также выделяют раннюю (1–5-е сутки после операции) 1–3-й степени тяжести и позднюю (2–4-я операционная неделя) воспалительную реакцию [17].

У всех больных диагноз воспалительной реакции подтверждался данными анамнеза, жалоб пациентов, клинико-лабораторных исследований (визометрия, офтальмоскопия, биомикроскопия, общий и биохимический анализ крови, реакция Уанье). Биомикроскопия являлась ведущим методом оценки клинического состояния.

Клиническая диагностика передних увеитов основывалась на идентификации клинических и морфологических признаков, появляющихся в течение воспалительной реакции увеального тракта. Они заключаются в анатомической локализации, наличии активного воспаления и его выраженности, степени структурных изменений и участия патогенетических механизмов. Анализ этих признаков воспаления, возникающих в разных отделах увеального тракта, дает возможность диагностировать увеит и определить преимущественную локализацию.

Офтальмоскопически объективными признаками переднего увеита (ирита, иридоциклита) служила следующая картина. На глазном яблоке отмечалась перикорнеальная или смешанная инъекция, отечность роговой оболочки, наличие преципитатов на ее эндотелии, опалесценция и экссудация во влаге передней камеры, гипопион, отек радужной оболочки, наличие синехий, в тяжелых случаях бомбаж радужки. Производилась

оценка инъекции глазного яблока, запотелости эндотелия, отек роговицы, наличие преципитатов, состояния влаги и глубины передней камеры, наличие экссудата, радужной оболочки.

По клинике воспалительной реакции все обследованные больные распределены на четыре группы, согласно классификации Федорова С.Н. и Егоровой Э.В. [16]: с первой степенью воспалительной реакции было 68 пациентов, со второй – 42, третьей – 8 больных.

Статистическая обработка данных поводилась с помощью компьютерной программы Statistica 6 для Windows. Результаты представлены в виде M±m, где M – среднее, m - стандартная ошибка. Оценка нормальности распределения определялась с помощью критерия Шапиро–Уилки, однородность дисперсии – с помощью теста Левена.

Результаты

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Транс-резонансный показатель (в ТР-единицах) у больных с острым послеоперационым иритом и\или иридоциклитом различной степени тяжести воспалительного процесса (M±м)

Группа	Среднее значение (M±m)	Доверительные интервалы
Контрольная группа (n=118)	90±5	65 – 115
До операции (n=118)	99,5±4 p=0,039	90 - 109
Воспалительный процесс		
1-ая степень (n=68)	122,5±3 p=0,03	116 – 129
2-ая степень (n=42)	127,0±1 p=0,042	124 – 130
3-я степень (n=8)	137,0±3 p=0,02	131 и более

Примечание: p – по сравнению с группой контроля.

Как видно, в исследуемой группе больных ТР-показатель, полученный с проекции обеих орбит (висок, сомкнутые веки) до операции, был увеличен по сравнению с контролем и составлял 99,5±4 ТР-ед ($p < 0,039$), а диапазон колебаний составил 90–109 ТР-ед. Результаты, зарегистрированные в послеоперационном периоде, составили разброс от 116 до 146 ТР-ед. Клинически воспалительные изменения переднего отрезка увеального тракта соответствовали трем степеням, согласно классификации [16]. При

этом были выявлены достоверные различия между группами больных с различной степенью воспаления и контрольной группой (p от 0,02 до 0,042). Отмечена зависимость ТР-показателя от степени выраженности воспалительной реакции. Так, при первой степени он составлял 122,5±3 ТР-ед (p=0,03), при второй степени – 127±1 ТР-ед (p=0,042), третьей – 137,0±3 ТР-ед (p=0,02).

Степень выраженности ТР-показателя при ТРФ-топографии глазного яблока при воспалительных заболеваниях – иритах и\или иридоциклитах - в достаточной мере соотносится с клинической картиной заболевания: чем выраженнее клинические проявления воспаления переднего отрезка увеального тракта глаз в послеоперационном периоде (воспалительные клетки различной степени выраженности, иногда фибрин или гипопион во влаге передней камеры глаза; роговичные и хрусталиковые преципитаты; гиперемия и отек стромы радужной оболочки, узелки на радужной оболочке, геморрагии и отложение фибрина на ней; фтальмогипертензия), тем больше величина ТР-показателя.

При применении специфических методов лечения (противовоспалительная терапия, включающая нестероидные противовоспалительные препараты местного и общего применения, глюкокортикоиды внутрь и антибиотики широкого спектра действия местно и внутрь) воспалительные реакции со стороны тканей переднего отрезка глаз уменьшилась вплоть до полного их исчезновения. ТР-показатель при этом соответствовал данным группы контроля.

Выводы

Предложен новый метод диагностики послеоперационного воспалительного изменения переднего отдела увеального тракта – КВЧ-диагностика с помощью транс-резонансного функционального топографа.

Данный метод выявляет воспалительный процесс в увеальном тракте и определяет его степень выраженности: данные ТРФ-топографии (ТР-показатель) коррелирует со степенью клинической картины воспаления переднего отрезка увеального тракта глаз в послеоперационном периоде.



Литература

1. ***Алексеев Б.Н., Писецкая С.Ф., Переверзина О.К.*** Об эндокапсулярной имплантации интраокулярной линзы у больных сахарным диабетом – Вестник офтальмологии, 1990, №6, с.23-26.
2. ***Дроздовская В.С., Алексеенко Н.М., Тюрина Т.В.*** Риск возникновения иридоциклита при артифакии в послеоперационном периоде – Офтальмологический журнал, 1994, №3, с.136-139.
3. ***Бочаров В.Е., Иванов М.Н., Ганцовский П.И., Федоров А.А.*** Экспресс-метод прогнозирования фибринозного иридоциклита в раннем послеоперационном периоде при артифакии – Вестник офтальмологии, 2002, №2, с.6 –7.
4. ***Borgioli M.*** Effect of heparin surface modification of polymethylmethacrylate intraocular lenses on postoperative inflammation after extracapsular cataract extraction – Ophthalmology, 1992, vol. 99, №8, p. 1248-1254.
5. ***Кацнельсон Л.А., Танковский В.Э.*** Увеиты (клиника, лечение) – М.: 4-й филиал Воениздата, 2003, 288 с.
6. ***Зайцева Н.С.*** Увеиты – М.: Медицина,1984, 320 с.
7. ***Максимов В.Ю., Федорищева Л.Е.*** Факторы риска в развитии послеоперационного увеита у больных с артифакией – Клиническая офтальмология, 2004, №3, с.125-126.
8. ***Ермакова Н.А.*** Классификация и клиническая оценка увеитов – Клиническая офтальмология, 2003, №4, с.146 – 149.
9. ***Maraini G., D'Ermo et al.*** Guidelines for the clinical investigation of anticataract drugs

in senile cataract – World Healtf Organization, Copenhagen, 1985, p.223–227.

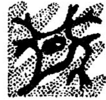
10. ***Abela-Formanek C., Amon V. et al.*** Uveal and capsular biocompatibility of hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses – J. Cataract Refrakt. Surg., 2002, vol.28, №1, p. 50-61.
11. ***Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.*** Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности – М.: Радио и связь, 1991, 168 с.
12. ***Бецкий О.В.*** Миллиметровые волны в биологии и медицине – Радиотехника и электроника, 1995, №2, с.108- 110.
13. ***Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Кислов В.В.*** Миллиметровые волны низкой интенсивности в биологии и медицине – Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, №4, с.13-29.
14. ***Петросян В.И., Громов М.С. и др.*** Разработка и освоение аппаратурного комплекса функциональной диагностики «Транс-резонансный функциональный топограф» (ТРФ-топограф) – Сборник докладов 13 Российского симпозиума с международным участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии», М.: 2003, с.181-183.
15. ***Петросян В.И., Гуляев Ю.В. и др.*** Физика взаимодействия ММ-волн с биологическими объектами – Сборник докладов 13 Российского симпозиума с международным участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии», М.: 1995, с.140-143.
16. ***Федоров С.Н., Егорова Э.В.*** Ошибки и осложнения при имплантации искусственного хрусталика – М.: 1992, 280с.
17. ***Сергиенко Н.М., Веселовская З.Ф.*** Особенности клиники и послеоперационного ведения больных после экстрации катаракты с имплантацией искусственного хрусталика – Офтальмологический журнал, 1985, №7, с.415-416.

EHF diagnostics of postsurgical anterior uveitis

V.V. Bakutkin, V.F. Kirichuk, V.I. Petrosyan, E. Yu. Papenko

The method of transresnant functional topography in the dynamic diagnostics of postsurgical anterior uveitis is presented in the paper. The results obtained testified the opportunity of this method to define the degree of inflammatory process.

Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на показатели перекисного окисления липидов у больных язвенной болезнью



Черданцева Т.М., Кулишова Т.В., Ефремушкин Г.Г.

Алтайский медицинский университет, 3-я градская больница, г. Барнаул

Несмотря на большие достижения современной фармакологии, проводимая больным язвенной болезнью медикаментозная терапия оказывается недостаточно эффективной (сроки заживления язв остаются продолжительными, результаты лечения нестойкими). А многие из фармакологических препаратов обладают побочными действиями.

В последние годы у нас в стране и за рубежом показана эффективность применения электромагнитного излучения миллиметрового диапазона волн нетепловой интенсивности, в частности, для лечения язвенной болезни желудка и язвенной болезни 12-перстной кишки. Остается недостаточно изученным влияние ЭМИ на течение язвенной болезни её вторичную профилактику в условиях поликлиники.

Целью настоящего исследования было изучение динамики показателей ПОЛ (перекисного окисления липидов) у больных язвенной болезнью в процессе комплексного лечения с применением миллиметровой терапии.

Под нашим наблюдением находилось 27 больных язвенной болезнью.

Контрольную группу составили 10 здоровых лиц того же возраста. В зависимости от воздействия миллиметровыми волнами больные были разделены на две группы: 1-я группа (14 больных) – облучалась область эпигастрия; 2-я группа (13 больных) – облучалась затылочная область. Лечение больных язвенной болезнью проведено с помощью терапевтической установки «Явь-1». Курс лечения составлял 10-12 процедур продолжительностью 30 минут каждая.

О состоянии ПОЛ у больных с различными формами язвенной болезни судили по содержанию в крови гидроперекисей, которые определяли по В.Г. Гаврилову и соавт. Результаты измерений выражали в относительных единицах оптической плотности на 1 мл плазмы крови.

Облучение эпигастральной области у больных с размерами язвы менее 0,8 см сопровождалось нормализацией содержания гидроперекисей и значительным их снижением (0,488) - у больных с размерами язвы более 0,8 см. Облучение затылочной области привело к незначительному снижению гидроперекисей (0,510). Облучение миллиметровыми волнами эпигаст-

ральной области сопровождалось более быстрым заживлением язвенного дефекта и более значительным снижением (на 21,6%) гидроперекисей в плазме крови по сравнению с таковыми при воздействии на затылочную область (9,8%; P<0,05). У больных с коротким язвенным анамнезом (до 3-х лет) отмечалась нормализация гидроперекисей, у больных с длительным язвенным анамнезом (более 11 лет).

В процессе миллиметровой терапии происходило незначительное снижение показателей ПОЛ (0,680±4,5).

Таким образом, у больных язвенной болезнью облучение миллиметровыми волнами эпигастральной области оказывает более выраженное положительное влияние на ПОЛ по сравнению с показателями, полученными при облучении затылочной области головного мозга у больных язвенной болезнью. Нормализация показателей ПОЛ зависит от размеров язвенного дефекта, а также от продолжительности язвенного анамнеза.

Отчет о рабочем совещании врачей



29-30 ноября 2004 года в г.Москве состоялось очередное 12-е рабочее совещание врачей «Миллиметровые волны в медицине». В совещании приняло участие более 60 человек из Московского региона, Белгородской, Владимирской, Кировской, Пензенской, Свердловской, Тюменской областей; городов: Анапы, Брянска, Каменск-Уральского, Владимира, В.Новгорода, Самары, Саратова, Санкт-Петербурга, Тольятти, Уфы. Присутствовали зарубежные гости из Белоруссии, Украины, Эстонии, Польши, Румынии.

Наш форум почтили вниманием такие патриархи КВЧ-движения как Людмила Евгеньевна Гедымин, Татьяна Сергеевна Хейло, Руслан Казбекович Кабисов, Михаил Вильгельмович Пославский, которые поделились новыми успехами применения КВЧ-терапии в своих областях.

В докладе Олега Владимировича Бецкого были изложены новые подходы к объяснению механизмов действия низкоинтенсивных миллиметровых волн на биологические объекты с позиций синергетики, науки о самоорганизующихся системах, а также о перспективах использования в медицинской практике терагерцовых волн ($1 \cdot 10^{11}$ - $1,5 \cdot 10^{12}$).

В докладе Н.Н. Лебедевой и Т.И. Котровской были представлены результаты измерения слабых сигналов в миллиметровом диапазоне от живых объектов (в том числе и от человека) с помощью сверхчувствительного радиометра (10^{-14} Вт; длина волны λ=4,9 мм; частота колебаний f=61 ГГц) в различных физиологических состояниях.

О.П. Резункова (совместный доклад с Г.Н. Дульневым, С-Петербург, ИТМО) рассказала об определении локального энергоинформационного потока человека после КВЧ-терапии с помощью метода прямых энтропийных оценок энергоинформационного потока организма, который включает измерение плотности теплового потока и температуры поверхности тела в различные моменты времени на определенных участках тела.

Большая часть докладов была посвящена методикам и результатам применения КВЧ-излучения в различных областях медицины. Об использовании ММ-волн в онкологии рассказывали Р.К. Кабисов, А.Ф. Долгушина; в гастроэнтерологии – В.Н. Букатко, М.В. Пославский, в педиатрии – Т.А. Ордынская и В.В. Северцева, в офтальмологии – Т.С. Хейло, в физиотерапии – Л.В. Павловская, Т.В. Бакшаева и др.

На совещании поднимались вопросы организационного характера – место КВЧ-терапии в структуре российского здравоохранения.

Цена договорная

Индекс 47816

«Миллиметровые волны в биологии и медицине», 2004 г., № 4 (36)